

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

**VENÄJÄN ASEVOIMIEN KÄYTÖSSÄ OLEVAT MIEHITTÄMÄTTÖMÄT ILMA-
ALUKSET JA ARVIO TULEVAISUUDEN NÄKYMISTÄ**

Pro gradu -tutkielma

Yliluutnantti
Jussi-Matti Heikkinen

Sotatieteiden maisterikurssi 9
Ilmasotalinja

Huhtikuu 2020

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

Kurssi Sotatieteiden maisterikurssi 9	Linja Ilmasotalinja
Tekijä Yliluutnantti Jussi-Matti Heikkinen	
Tutkielman nimi VENÄJÄN ASEVOIMIEN KÄYTÖSSÄ OLEVAT MIEHITTÄMÄTTÖMÄT ILMA-ALUKSET JA ARVIO TULEVAISUUDEN NÄKYMISTÄ	
Oppiaine johon työ liittyy Sotatekniikka	Säilytyspaikka MPKK:n kurssikirjasto
Aika Huhtikuu 2020	Tekstisivuja 79
TIIVISTELMÄ <p>Venäjä havahtui vuonna 2008 Georgian sodan kokemusten myötä, kuinka jäljessä Venäjän asevoimat oli miehittämättömien ilma-aluksien kehityksestä muuhun maailmaan nähden. Tämän jälkeen Venäjä alkoi investoida miehittämättömiin ilma-aluksiin ostamalla niitä muun muassa Israelista ja kehittämällä omaa tuotantoaan. Venäjä on kyennyt luomaan nykyisen miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien kokonaisuuden lähes tyhjästä viimeisen kymmenen vuoden aikana ja kehityskulku näyttää vahvalta tulevaisuudenkin osalta.</p> <p>Tutkimuksen tutkimuskysymyksenä oli: ”Mitkä ovat Venäjän asevoimien miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien kehitysnäkymät lähitulevaisuudessa?” Lähitulevaisuudella tutkimuksessa tarkoitetaan 2020-luvun loppuun ulottuvaa ajanjaksoa. Tutkimus toteutettiin käyttämällä tutkimusmenetelminä kirjallisuuskatsausta, avoimiin lähteisiin perustuvaa tiedustelua ja tulevaisuuden tutkimusta. Näiden avulla selvitettiin kokonaiskuva Venäjän miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien nykytilasta ja muodostettiin arvio tulevaisuuden näkymistä.</p> <p>Tutkimus tuotti kokonaisvaltaisen käsityksen Venäjän asevoimien käyttämien miehittämättömien ilma-aluksien nykytilasta ja käynnissä olevien kehityshankkeiden suorituskykytaidoista. Venäjän valtionjohdon ja asevoimien tahtotila on, että miehittämättömiä ilma-aluksia tullaan käyttämään tulevaisuudessa laajasti eri tehtäviin. Venäjän näkemyksen mukaan ne tulevat olemaan keskeisenä suorituskykynä tulevaisuuden sodankäynnissä. Venäjällä on käynnissä useita miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien kehityshankkeita, joiden avulla Venäjä tavoittelee erityisesti miehittämättömien taisteluilma-aluksien saamista operatiiviseen käyttöön. Tutkimuksen arvion mukaan Venäjän asevoimat tulee saamaan ensimmäiset miehittämättömät taisteluilma-alukset käyttöön viimeistään 2020-luvun puolivälissä. Venäjän asevoimat kehittää myös miehittämättömien ilma-aluksia tukevia järjestelmiä, kuten tietoliikenneyhteyksiä ja johtamisjärjestelmiä, joiden avulla se pyrkii optimoimaan miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien käyttöä. Venäjän asevoimat tulee myös kasvattamaan miehittämättömiä ilma-aluksia käyttävien joukkojen määrää sijoittamalla niitä organiseksi osaksi eri joukkoja. Miehittämättömien ilma-aluksien määrä tulee lähitulevaisuudessa edelleen kasvamaan Venäjän asevoimissa ja niiden tuottamaa suorituskykyä tullaan hyödyntämään yhä laajemmin eri tehtävissä, kuten tiedustelussa, johtamisessa, tilannekuvan muodostamisessa, maalinosoituksessa sekä elektronisessa ja kineettisessä vaikuttamisessa.</p>	
AVAINSANAT <p>Venäjä, UAV, UCAV, UAS, miehittämättömät ilma-alukset, miehittämättömät taisteluilma-alukset, kirjallisuuskatsaus, OSINT, tulevaisuuden tutkimus</p>	

VENÄJÄN ASEVOIMIEN KÄYTÖSSÄ OLEVAT MIEHITTÄMÄTTÖMÄT ILMA- ALUKSET JA ARVIO TULEVAISUUDEN NÄKYMISTÄ

Sisältö

1.	JOHDANTO	1
2.	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	4
2.1.	Tutkimustehtävä ja tutkimuskysymykset	4
2.2.	Tutkimustilanne	5
2.3.	Määritelmä, näkökulma, rajaukset ja keskeiset käsitteet	6
2.4.	Tutkimusmenetelmät ja lähdeaineisto	9
3.	VENÄJÄN ASEVOIMIEN MIEHITTÄMÄTTÖMÄT ILMA- ALUSJÄRJESTELMÄT	13
3.1.	Historia	13
3.2.	Käytössä olevat miehittämättömät ilma-alusjärjestelmät	18
3.3.	Miehittämättömien ilma-aluksien käyttö Venäjän asevoimissa	27
3.4.	Tunnistetut kehittämistarpeet	33
4.	VENÄJÄN MIEHITTÄMÄTTÖMIEN ILMA-ALUSJÄRJESTELMIEN KEHITYKSEN TILA	40
4.1.	Venäjän asevoimien kehittämisohjelmien tavoitteet	40
4.2.	Miehittämättömien ilma-aluksien kehitysnäkymät Venäjän asevoimissa	43
4.3.	Kehitteillä olevat miehittämättömät ilma-alusjärjestelmät	50
5.	MIEHITTÄMÄTTÖMIEN ILMA-ALUSJÄRJESTELMIEN TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT VENÄJÄN ASEVOIMISSA	63
6.	JOHTOPÄÄTÖKSET	74
6.1.	Tutkimuksen luotettavuus	77
6.2.	Jatkotutkimusaiheet	78

VENÄJÄN ASEVOIMIEN KÄYTÖSSÄ OLEVAT MIEHITTÄMÄTTÖMÄT ILMA-ALUKSET JA ARVIO TULEVAISUUDEN NÄKYMISTÄ

1. JOHDANTO

Neuvostoliitto oli noin 40–45 vuotta sitten maailman johtava tiedusteluun tarkoitettujen miehittämättömien ilma-aluksien (unmanned aerial vehicle, UAV) kehittäjä ja tuottaja. Neuvostoliiton hajoamisen myötä miehittämättömien ilma-aluksien kehitys ja tuottaminen seisahtui, minkä seurauksena 2000-luvun alussa Venäjällä oli käytössään vain vanhentunutta ja vanhanaikaista UAV-teknologiaa. Venäjän UAV-teknologian heikkolaatuisuus ja sen käytön epäonnistuminen Georgian sodassa oli yksi keskeisimmistä tiedustelun epäonnistumisen syistä. [1] Tiedustelun epäonnistuminen johti muun muassa siihen, että Georgian sodassa venäläiset pommittivat tyhjiä lentokenttiä ja aiheuttivat asevaikutuksellaan omia henkilöstötappioita [2, s. 21]. Georgian sodassa käytetty venäläisvalmisteinen UAV tuotti venäläiskomentajien mukaan niin huonolaatuista kuvaa, ettei sitä voinut hyödyntää. Lisäksi he ovat kommentoineet, että ”*UAV:t lensivät niin matalalla, että ne olisi voinut ampua alas ritsoilla*”, ja ”*niiden ääni oli kuin taisteluaioneuvon ääni*” [3, s. 61]. Georgian sota nosti Venäjällä esille tiedustelun merkityksen sodankäynnissä ja sen, kuinka altavastaajina Venäjän asevoimat oli Georgian asevoimiin nähden UAV:iden käytön suhteen [1; 4, s. 219].

Georgian sodan jälkeen, vuosien 2009 ja 2010 aikana, Venäjä hankki Israelista tiedustelu-UAV:itä havaittuaan omien UAV-järjestelmien puutteet. Hankitut UAV:t olivat I-View Mk150 ja Searcher Mk II -mallia sekä Bird Eye -mini UAV:itä. [4, s. 219–220; 5, s. 101] Venäjällä oli hankinnan aikaan myös tavoitteena ja painopisteenä oman UAV-tuotannon uudelleen käynnistäminen. Ulkomaisen asemateriaalihankinnan tärkeimmäksi tavoitteeksi on kerrottu se, että Venäjä halusi kehittää omaa UAV-teknologian tuotantoaan tutkimalla muiden valmistajien järjestelmiä [1]. Vuonna 2014 Venäjän puolustusministeri Sergei Šoigu ilmoitti, että Venäjä käynnistää vuoteen 2020 ulottuvan miehittämättömien ilma-aluksien kehitysohjelman. Kehitysohjelmassa ei julkistettu hankittavia järjestelmiä tai niiden määrää, mutta ohjelman tavoitteeksi kerrottiin asevoimien tiedustelun, johtamisen, viestitoiminnan ja vaikuttamisen suorituskykyjen kasvattaminen. Samaan aikaan myös Venäjän presidentti Vladimir Putin korosti, että Venäjän on hankittava laaja valikoima moderneja miehittämättömiä ilma-aluksia niin tiedustelu- kuin taistelutehtäviin. [4, s. 219]

Neuvostoliiton hajoaminen vaikutti Venäjän asevarusteluun heikentävästi. Esimerkiksi Venäjän ilmavoimille ei hankittu lähes ollenkaan uutta lentokalustoa vuosien 1993–2008 välisenä aikana, mikä aiheutti Venäjän jäämisen jälkeen teknisestä kehityksestä länsimaihin verrattuna [6]. Tämä sama ongelma näkyi myös miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien (unmanned aerial system, UAS) osalta, mikä johtui siitä, että suurin osa miehittämättömien ilma-aluksien valmistajista on myös lentokonevalmistajia. Venäjän puolustusteollisuuden keskeinen ongelma, erityisesti ilmailualalla, on ollut osaavan henkilöstön puute, eikä koulutusjärjestelmäkään ole vastannut tähän tarpeeseen [7, s. 83]. Tämä ongelma on syntynyt Neuvostoliiton hajoamisen jälkeen ja on edelleen vallitseva, joskin esimerkiksi miehittämättömän ilmailuteollisuuden kehityskulku osoittaa, että Venäjällä on onnistuttu tekemään oikeita toimenpiteitä teollisuuden elvyttämiseksi.

Noin vuosien 2011 ja 2016 välisenä aikana Venäjä on onnistunut kasvattamaan miehittämättömien ilma-aluksien määrää asevoimissaan. Vuonna 2011 Venäjän asevoimilla oli käytössä noin 180 vanhentunutta miehittämättömää ilma-alusjärjestelmää [8]. Vuosien 2011 ja 2016 välisenä aikana Venäjä sai käyttöönsä noin 600 uutta UAS:ää, eli noin 2 000 lentävää laitetta, joista suurin osa otettiin käyttöön tämän ajanjakson loppupuolella [8]. Venäjän tavoitteena on saavuttaa vuoden 2020 loppuun mennessä yli 4 000 UAV:n määrä [9, s. 6].

UAV:iden kehittyessä ja modernin kaluston määrän kasvaessa näitä venäläisiä järjestelmiä on käytetty taisteluolosuhteissa. Esimerkiksi Syyriassa venäläisiä miehittämättömiä ilma-aluksia käytettiin Syyrian hallituksen maakomponenttien tukemiseen tuottamalla tiedustelu- ja valvontakykyä operaatioalueilla. Tiedustelu- ja valvontakyky oli keskiössä hyökkääjän menestymisen kannalta, koska sillä mahdollistettiin vastustajan raskaiden aseiden, komentopaikkojen sekä ajoneuvojen maalittaminen ja siten myös niiden tuhoaminen. Toisaalta alueilla, joille UAV:iden tiedustelu- ja valvontakykyä ei kyetty kohdentamaan, oli vihollinen toteuttanut vastatoimia venäläisiä ja venäläismielisiä joukkoja vastaan. [10] Miehittämättömien ilma-aluksien suorituskyky on siis osaltaan mahdollistanut hyökkäyksien toteuttamisen painopistesuunnassa, mutta luultavasti miehittämättömien ilma-aluksien määrällinen vahvuus ei ole mahdollistanut niiden käyttöä koko operaatioalueella. UAV:iden käyttö taisteluolosuhteissa tuokin esiin määrälliset ja laadulliset kehitystarpeet paremmin, kuin niiden käyttö vain harjoitustoiminnassa.

Venäjän teollisuuden kehitys ja yleisen teknologian kehityksen, erityisesti miniatyrisoitumisen ja automatisoinnin, vaikutukset alkavat olla jo nyt nähtävissä. Venäjän valtio-omisteinen uutistoimisto TASS uutisoi 11. heinäkuuta 2018, että venäläinen miehittämättömien ilma-aluksien valmistaja ZALA on liittänyt ensimmäistä kertaa Venäjällä LiDAR -tutkan (Light Detection

and Ranging) miehittämättömään ilma-alukseen. Aikaisemmin laserkeilausta on Venäjällä toteutettu vain miehitystyistä ilma-aluksista [11]. Vastaavasti helmikuussa 2019 TASS uutisoi, että venäläinen UAV-valmistaja on esitellyt kansainvälisessä puolustusnäyttelyssä itsestään räjähtävän UAV:n, joka hakeutuu kohteeseen ja räjähtää sinne saavuttuaan [12]. Nämä molemmat esimerkit osoittavat, että kehitystä on tapahtumassa ja uusia sekä erilaisia ratkaisunäkökulmia tuodaan koko ajan esille. Tämä osoittaa myös sen, että eri valmistajat haluavat päästä mukaan jakamaan Venäjän asevoimien kehitykseen varattua budjettia, kehittämällä ja innovoimalla uusia ratkaisuja. Toisaalta teknologian kehittyminen tuo mukanaan myös uusia mahdollisuuksia ja vaikuttamiskeinoja, jotka aikaisemmin eivät olleet mahdollisia tai niitä ei ollut järkevää toteuttaa miehittämättömissä ilma-aluksissa.

Venäjän asevarusteluohjelmia, uutisointeja, kehityskulkua sekä käytyjä konflikteja ja sotia tarkasteltaessa voidaan todeta, että miehittämättömät ilma-alukset ovat jo nyt tärkeä sotilaallinen suorituskyky Venäjän asevoimille. Kun otetaan huomioon nykytila ja UAV:iden ilmeinen hyöty sotilaallisena suorituskykynä, näyttää todennäköiseltä, että miehittämättömiä ilma-alusjärjestelmiä tullaan kehittämään ja käyttämään tulevaisuudessa nykyistäkin laajemmin [13, s. 2980]. Venäjällä on tätä tutkimusta laadittaessa käynnissä useita eri Venäjän puolustusministeriön hyväksymiä UAV:iden kehitysohjelmia. Miehittämättömien taisteluilma-aluksien (unmanned combat aerial vehicle,UCAV) kehitysohjelmat ovat esillä voimaikkaimmin, mutta Venäjällä tavoitellaan myös muita hankkeita ja suorituskykyä miehittämättömän ilmailun alalla. Arktinen alue ja sen tärkeys Venäjälle on ollut esillä jo vuosia ja Venäjä onkin ryhtynyt kehittämään miehittämättömiä ilma-alusjärjestelmiä arktisen alueen käyttötarpeisiin. Venäjä pyrkii myös edelleen kehittämään ja modifioimaan olemassa olevia UAV-järjestelmiä ja laajentamaan niiden käyttöpotentiaaleja kohti todennettuja suorituskykyvajeita.

Kehitystyö osoittaa, että Venäjällä, kuten muillakin suurvalloilla, on halukkuutta saada miehittämättömät ilma-alukset osaksi tulevaisuuden ilmaoperaatioita myös taistelutehtävien osalta. Kehitystyö osoittaa myös sen, että Venäjällä on selkeä tahtotila samalla kehittää edelleen tiedustelu-UAV:iden suorituskykyä tarkemmaksi, kattavammaksi, jatkuvammaksi ja hyödyntämiskelpoisemmaksi. Tämän vahvistaa uudet ja modifioinnissa olevat UAV-hankkeet, uudet käyttöönotettavat sensorityypit, MALE ja HALE -luokan UAS:ien saaminen käyttöön sekä kehitettävät johtamisjärjestelmät ja tietoliikenneyhteydet yhdessä käyttöperiaatteiden kanssa. Tulevaisuudelta voitaneen odottaa nykyistä monipuolisempiin tehtäviin kykeneviä, kehittyneemmällä hyötykuormalla varustettuja ja autonomisia piirteitä omaavia miehittämättömiä ilma-alusjärjestelmiä.

2. TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

2.1. Tutkimustehtävä ja tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen tehtävänä on tarkastella Venäjän asevoimien miehittämättömien ilma-aluksien kehittymistä ja käyttöä sekä arvioida niiden tulevaisuuden näkymiä. Tutkimustehtävällä tavoitellaan kokonaisvaltaisen ymmärryksen luomista Venäjän asevoimien miehittämättömistä ilma-alusjärjestelmistä, niiden suorituskyvystä ja kehitymisestä. Tutkimustehtävän haasteena on se, että Venäjän asevoimien käyttämät suorituskyvyt ja järjestelmät, kuten miehittämättömät ilma-alukset, eivät ole julkista tietoa. Tähän vaikuttaa Venäjän asevoimien tahtotila vaikeuttaa ulkomaisten valtioiden tiedustelua Venäjän asevoimien käyttämistä järjestelmistä ja suorituskyvyistä sekä miehittämättömiä ilma-aluksia valmistavien yritysten yrityssalaisuudet. Tästä huolimatta Venäjä tuo julkisuuteen tietoa käyttämistään ja kehitteillä olevista järjestelmistä, minkä avulla Venäjän valtio ja sen asevoimat pyrkivät osoittamaan sotilaallista suorituskykyä. Tämän lisäksi miehittämättömiä ilma-aluksia valmistavat puolustusteollisuuden yritykset eivät voi salata kaikkea tietoa tuotteistaan. Niiden pitää markkinoida tuotteitaan niin Venäjän valtiolle kuin ulkomaisille markkinoille, jotta ne saavat myytyä kehittämiään tuotteita ja järjestelmiä. Myös eri konflikteista ja sodista saadaan tietoa siitä, mitä miehittämättömiä ilma-aluksia Venäjän asevoimat ovat käyttäneet ja miten niitä on käytetty. Julkisia tietoja tarkastelemalla ei ole välttämättä mahdollista saada tietoon kaikkea järjestelmien ominaisuuksia tai suorituskyvyn osa-alueita, mutta niitä tarkastelemalla voidaan tehdä johtopäätöksiä olemassa olevista järjestelmistä ja arvioida miehittämättömien ilma-aluksien suorituskykyä nyt ja lähitulevaisuudessa.

Tietoa Venäjän asevoimien miehittämättömistä ilma-aluksista ja kehitteillä olevista miehittämättömistä ilma-aluksista voidaan hankkia laadituista tieteellisistä tutkimuksista, artikkeleista, uutislähteistä, analyyseistä ja arvioista. Tutkimuksen alussa tehdyn esikartoituksen perusteella todettiin, että Venäjän asevoimien käytössä olevista miehittämättömistä ilma-aluksista ja niiden käytöstä on laadittu tieteellisiä julkaisuja, mutta kehitteillä olevista miehittämättömistä ilma-alusjärjestelmistä on laadittu tieteellisiä julkaisuja vain vähän. Miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien kehitystyöstä on kuitenkin saatavilla tietoa eri uutislähteistä, raporteista, artikkeleista ja analyyseistä.

Esikartoitusvaiheessa päädyttiin tutkimustehtävän täyttymiseksi lähestymään aihetta kolmessa osassa. Ensimmäiseksi tutkittaisiin miehittämättömien ilma-aluksien nykytilaa Venäjän asevoimissa, minkä jälkeen tutkittaisiin miehittämättömien ilma-aluksien tiedossa olevaa kehitystilannetta. Näiden jälkeen arvioitaisiin miehittämättömien ilma-aluksien lähitulevaisuuden näkymiä Venäjän asevoimissa, jonka selvittämiseen hyödynnettäisiin tietoa nykytilasta ja tiedossa

olevista kehitysnäkymistä. Tutkimuksen esikartoituksen perusteella päädyttiin muodostamaan tutkimukselle yksi tutkimuskysymys, jota tukee kaksi alatutkimuskysymystä.

Tutkimuskysymyksenä on:

- Mitkä ovat Venäjän asevoimien miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien kehitysnäkymät lähitulevaisuudessa?

Alatutkimuskysymyksinä ovat:

- Mitä miehittämättömiä ilma-alusjärjestelmiä Venäjän asevoimilla on käytössä ja miten Venäjä on niitä käyttänyt?
- Mitä miehittämättömiä ilma-alusjärjestelmiä Venäjällä on kehitteillä ja mitä käyttötarkoitusta Venäjä niillä tavoittelee?

2.2. Tutkimustilanne

Miehittämättömät ilma-alukset ja niiden käyttöä on viime aikoina ollut tutkimusaiheena hyvin suosittu ja tarkasteltuja näkökulmia on ollut useita aina kaupallisista lennokeista miehittämättömiin taisteluilma-aluksiin. Miehittämättömistä ilma-aluksista on laadittu useita tutkimuksia Maanpuolustuskorkeakoulussa, mutta suurin osa niistä käsittelee vain länsimaaisia järjestelmiä. Vastaavasti Venäjän miehittämättömiä ilma-aluksia on tutkittu vain vähän. Suurimmassa osassa tutkimuksista, joissa tarkastellaan Venäjän miehittämättömiä ilma-aluksia, käsitellään niitä vain tutkimuksien sivuosissa. Nämä tutkimukset painottuvat eri sotien ja Venäjän sotataidon tarkasteluihin. Venäjän teknologista kehitystä ja sen tulevaisuuden näkymiä on myös tutkittu, mutta näissä tutkimuksissa Venäjän miehittämättömiä ilma-aluksia on käsitelty vain suppeasti. Nämä tutkimukset kuitenkin palvelevat hyvin tätä tutkimusta, sillä niissä on käsitelty Venäjän miehittämättömien ilma-aluksien käyttöä viimeaikaisissa konflikteissa.

Miehittämättömät ilma-alukset ovat olleet viime aikoina keskeisiä tutkimusaiheita niiden ajankohtaisuuden takia. Länsimaissa miehittämättömät ilma-alusjärjestelmät ovat kehittyneet aikaisemmin ja teknologisesti pidemmälle kuin venäläiset järjestelmät, mikä on luultavasti ohjannut aikaisempia tutkimuksia länsimaisten järjestelmien käsittelyyn. Tutkimuksia, joiden keskiössä on Venäjän miehittämättömät ilma-alukset, on laadittu vain muutamia. Aikaisemmin laadituista tutkimuksista lähimpänä tätä tutkimusta ovat Joel Sokkasen kandidaatin tutkielma vuodelta 2006: *Venäläiset lennokkijärjestelmät* sekä Tuomo Petreliuksen kandidaatin tutkielma vuodelta

2005: *Venäläisten miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien ominaisuudet ja taktiset käyttöperiaatteet tiedustelu- ja tulenjohtotehtävissä.*

2.3. Määritelmä, näkökulma, rajaukset ja keskeiset käsitteet

Miehittämättömän ilma-aluksen määritelmä vaihtelee hieman sanamuotojen osalta eri maiden välillä, mutta varsinaisen määritelmän sisältö on yhteneväinen. Esimerkiksi Yhdysvaltojen ja Iso-Britannian puolustusministeriöt määrittelevät miehittämättömän ilma-aluksen olevan moottoroitu lentokone, joka ei kuljeta mukanaan ohjaajaa ja jonka nostovoima saadaan aikaan aerodynaamisin keinoin. Se pystyy lentämään joko täysin itsenäisesti tai operaattorin kauko-ohjajana. Se on lähtökohtaisesti uudelleen käytettävissä, mutta tarvittaessa se voidaan uhrata tilanteen niin vaatiessa. Lisäksi se voi kantaa tappavaa tai ei-tappavaa hyötykuormaa. Määritelmän mukaan ballistiset ilma-alukset, ammukset ja ohjukset eivät siis ole miehittämättömiä ilma-aluksia. [14, s. 1; 15, s. 12]

Miehittämätön ilma-alusjärjestelmä koostuu varsinaisesta miehittämättömästä ilma-aluksesta ja sen toimintaan oleellisesti liittyvistä osajärjestelmistä. Miehittämättömällä ilma-alusjärjestelmällä tarkoitetaan kaikkia komponentteja, maa-asemia, järjestelmiä, tietoliikenneyhteyksiä, sensoreita ja henkilöstöä, jotka oleellisesti mahdollistavat miehittämättömän ilma-aluksen toiminnan ja käyttämisen [16, s. 1646].

Tässä tutkimuksessa käytetään yllä olevaa määritelmää käsitellessä miehittämättömiä ilma-aluksia ja ilma-alusjärjestelmiä. Lisäksi miehittämättömiä ilma-aluksia ja ilma-alusjärjestelmiä käsitellessä hyödynnetään tässä tutkimuksessa NATO:n käyttämää UAS luokittelua, mikä on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. NATO:n UAS luokitus [17, s. 2–2]

NATO UAS LUOKITUS				
Luokka	Kategoria	Käyttötaso	Lentokorkeus	Toimintasäde
3. luokka	Taistelu	Strateginen	< 20 000 m MSL	BLOS
	HALE	Strateginen	< 20 000 m MSL	BLOS
	MALE	Operatiivinen	< 14 000 m MSL	BLOS
2. luokka	Taktinen	Taktinen	< 5 500 m AGL	200 km (LOS)
1. luokka	Pieni (> 15 kg)	Taktinen	< 1 500 m AGL	50 km (LOS)
	Mini (< 15 kg)	Taktinen	< 1 000 m AGL	< 25 km (LOS)
	Mikro	Taktinen	< 60 m AGL	< 5 km (LOS)

Miehittämättömiä ilma-aluksia on käytössä maailmanlaajuisesti useisiin eri tehtäviin, niin sotilaallisiin kuin kaupallisiin ja harrastetason tehtäviin [18]. Venäjällä miehittämättömien ilma-aluksien käyttäjiä löytyy Venäjän asevoimien lisäksi viranomais toimijoista, tutkimustoiminnasta, yritysmaailmasta ja kaupallisista toimijoista sekä muun muassa ilmakeuhaharrastajista [19, s. 1]. Tässä tutkimuksessa keskitytään tarkastelemaan vain Venäjän asevoimien käyttämiä miehittämättömiä ilma-aluksia ja -järjestelmiä sekä asevoimien käyttöön kehitteillä olevia miehittämättömiä ilma-alusjärjestelmiä. Käyttötarkoituksen perusteella rajoituksia ei tehdä, vaan tutkimuksessa tarkastellaan laaja-alaisesti kaikkia miehittämättömän ilmailun ratkaisuja, joita Venäjän asevoimat ovat hyödyntäneet tai arvioiden mukaan tulevat hyödyntämään.

Tutkimuksen tulevaisuuden näkymien arvioinnin osalta keskitytään tarkastelemaan lähitulevaisuutta. Lähitulevaisuudella tässä tutkimuksessa tarkoitetaan seuraavaa kymmentä vuotta eli tutkimuksessa arvioidaan Venäjän UAV-kehitystä 2020-luvun loppuun saakka. Tätä pidemmälle menevät arviot ovat erittäin vaikeita toteuttaa ja perustella, sillä teknologian kehittyminen ja autonomian kasvaminen ovat jatkuvaa ja tuovat mukanaan koko ajan uusia mahdollisuuksia, joiden vaikutusten havaitseminen pitkälle aikavälille on erittäin haastavaa. Tulevaisuuden arvioinnin rajaamista lähitulevaisuuteen puoltaa myös se, että tällä hetkellä käynnissä olevien miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien kehitysohjelmien odotetaan tulevan Venäjän asevoimien käyttöön 2020-luvun aikana.

Keskeiset käsitteet

AESA	Active electronically scanned array (Elektronisesti keilaava tutka)
AGL	Above Ground Level (Korkeus maanpinnan tasoon nähden)
BLOS	Beyond Line-of-Sight (Näköyhteyden ulkopuolella)
C4ISR	Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance (Tiedustelu-, valvonta-, maalinosoitus- ja johtamisjärjestelmä)
GPV	Gosudarstvennaja programma vooruženija (Venäjän valtiollinen asevarusteluohjelma)
HALE	High altitude, long endurance (13–20 km lentokorkeuden ja 24–48 h toiminta-ajan omaava ilma-alus)
ISR	Intelligence, Surveillance, Reconnaissance (Tiedustelu, valvonta ja lähitiedustelu)
ISTAR	Intelligence, Surveillance, Target Acquisition, Reconnaissance (Tiedustelu, valvonta, maalinosoitus ja lähitiedustelu)
LOS	Line-of-Sight (Näköyhteyden sisäpuolella)
MALE	Medium altitude, long endurance (5–10 km lentokorkeuden ja 12–24 h toiminta-ajan omaava ilma-alus)
MSL	Mean Sea Level (Merenpinnan taso)
UAV	Unmanned Aerial Vehicle (Miehittämätön ilma-alus)
UAS	Unmanned Aerial System / Unmanned Aircraft System (Miehittämätön ilma-alusjärjestelmä)
UCAV	Unmanned Combat Aerial Vehicle (Miehittämätön taisteluilma-alus)

2.4. Tutkimusmenetelmät ja lähdeaineisto

Tutkimus on laadullinen eli kvalitatiivinen tutkimus. Tutkimusmenetelmiksi valittiin kirjallisuuskatsaus, avoimiin lähteisiin perustuva tiedustelu (OSINT, open source intelligence) ja tulevaisuuden tutkimus. Kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena oli vastata tutkimuksen molempiin alatutkimuskysymyksiin ”Mitä miehittämättömiä ilma-alusjärjestelmiä Venäjän asevoimilla on käytössä ja miten Venäjä on niitä käyttänyt?” ja ”Mitä miehittämättömiä ilma-alusjärjestelmiä Venäjällä on kehitteillä ja mitä käyttötarkoitusta Venäjä niillä tavoittelee?”. Tämän menetelmän rinnalle valittiin tukevaksi tutkimusmenetelmäksi avoimiin lähteisiin perustuva tiedustelu, jonka avulla vastattiin myös molempiin alatutkimuskysymyksiin. Tulevaisuuden tutkimuksen tarkoituksena oli vastata tutkimuksen tutkimuskysymykseen ”Mitkä ovat Venäjän asevoimien miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien kehitysnäkymät lähitulevaisuudessa?”.

Tutkimuksessa käytettiin integroivaa kirjallisuuskatsausta, koska se tarjoaa systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen verrattuna laajemman kuvan aihetta käsittelevästä kirjallisuudesta [20, s. 8]. Tämä mahdollisti sen, että tämän menetelmän rinnalla kyettiin samanaikaisesti käyttämään myös avoimiin lähteisiin perustuvaa tiedustelua. Integroiva kirjallisuuskatsaus tarjoaa mahdollisuuden tulkita tutkittavaa aihetta mahdollisimman monipuolisesti, koska siinä ei valikoida eikä seuloa tutkimusaineistoa yhtä tarkasti kuin systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa. Integroiva kirjallisuuskatsaus voidaan kuitenkin nähdä osaksi systemaattista kirjallisuuskatsausta, sillä se on vaihteittain kuvattuna saman sisältöinen. Kirjallisuuskatsauksen toteutuksen vaiheet voidaan tiivistää viiteen osaan: tutkimusongelman asettelu, aineiston hankkiminen, arviointi, analyysi sekä tulkinta ja tulosten esittäminen. Integroivaan kirjallisuuskatsaukseen kuuluu oleellisena osana myös lähdeaineiston kriittinen tarkastelu. [20, s. 6–11] Tämän esitetyn viisivaiheisen toteutuksen ja kriittisen tarkastelun käyttö on kuvattu tämän luvun loppuosassa, jossa kuvataan avoimiin lähteisiin perustuvan tiedustelun käyttö. Kirjallisuuskatsausta hyödynnettiin myös lisälähteiden löytämiseen tarkastelemalla hankitussa aineistossa käytettyjä lähdetietoja, jotka eivät nousseet esille kirjallisuuskatsauksen lähdeaineistoa haettaessa.

Tutkimuksen esikartoitusvaiheessa todettiin, että pelkästään tieteellisillä tutkimuksilla ja raporteilla ei voida vastata tutkimukselle asetettuihin alatutkimuskysymyksiin. Tästä johtuen yhdeksi tutkimusmenetelmäksi valittiin avoimiin lähteisiin perustuva tiedustelu. OSINT on avoimen aineiston pohjalta tehtävää tiedustelua ja analysointia, jonka avulla voidaan tuottaa myös tieteellistä tietoa. Avoimilla lähteillä tarkoitetaan sellaisia lähteitä, joihin kaikilla on pääsy, eikä niiden hankkimiseen vaadita erityisiä lupia [21, s. 109]. OSINT-menetelmällä kyettiin laajenta-

maan tutkimuksessa tarkasteltavaa lähdeaineistoa myös muihin lähteisiin, kuin tieteellisiin julkaisuihin. OSINT-menetelmässä keskeistä on se, että tiedustelutieto käsitteenä nähdään yhtenä tiedon lajina. Sen avulla pyritään parantamaan suunnittelua ja päätöksentekoa erityisesti epävarmoissa tilanteissa. Tiedustelutieto, aivan kuten tieteellisesti tuotettu tieto, pyrkii vähentämään epävarmuutta tarkasteltavasta kohteesta tai aihepiiristä. [21, s. 5-6] OSINT-menetelmä voidaan näin ollen nähdä tieteellisenä tutkimusmenetelmänä niin laadullisissa kuin määrällisissä tutkimuksissa [21, s. 2].

Tässä tutkimuksessa hyödynnettiin Prunckun vuonna 2014 esittämää OSINT-prosessimallia tiedon hankintaan ja analysointiin. OSINT-prosessimallissa prosessi jaetaan viiteen vaiheeseen: tehtävän määrittäminen, aineiston hankinta, aineiston vertailu, aineiston prosessointi ja analyysin tekeminen. [21, s. 7] OSINT-menetelmää toteutettiin yhtä aikaa kirjallisuuskatsauksen kanssa, sillä molempien menetelmien prosessikuvaukset ovat hyvin yhtenevät. Tehtävän määrittämisessä hyödynnettiin tutkimukseen laadittuja tutkimuskysymyksiä. Aineiston hankinta toteutettiin samanaikaisesti kirjallisuuskatsauksen kanssa. Hankinta on kuvattu tarkemmin tämän luvun loppuosassa. Hankittu aineisto luokiteltiin sisällön ja käsiteltävän aiheen mukaisesti, jolloin eri aineistojen vertailu oli mahdollista. Aineiston prosessoinnin aikana pyrittiin varmistamaan hankitun tiedon luotettavuutta ja arvioimaan sen todenperäisyyttä sekä ajankohtaisuutta. Lopuksi hankitusta aineistosta valittiin tarkempaan analysointiin ne tiedot, joita ei oltu poistettu prosessointivaiheessa. Analysointi toteutettiin aikaisemmin muodostetun luokittelun mukaisesti siten, että samanaikaisesti tarkasteltiin kaikkia samaan aihepiiriin kuuluvia aineistoja. Tämän avulla kyettiin havaitsemaan mahdolliset ristiriitaisuudet aineistojen välillä ja lisäämään tutkimuksen luotettavuutta.

Tulevaisuuden tutkimuksen tarkoituksena on etsiä, ymmärtää ja tarkastella tärkeimpiä kehitysuuntia ja aikomuksia, jotka antavat mahdollisia häivähdyksiä tulevasta todellisuudesta. Tulevaisuutta tutkittaessa pyritään ennakoimaan tulevaa, ei ennustamaan sitä. Tulevaisuuden tutkimus tieteellisen tutkimuksen osana saa vaikutteita tutkimustuloksista ja aineistosta, joka on nykyhetkellä saatavissa. [22] Tulevaisuustieto on kontingenteja, intentionaalisia ja ei-faktuaalisia ilmiöitä koskevaa näkemyksellistä tietoa [23, s. 22]. Tulevaisuustieto pohjautuu siis tosiasiatietoihin, jotka ovat nykyisyydestä saatavissa, ja tutkijan omaan näkemykseen tulevaisuudesta.

Tulevaisuuden tutkimisen apuna voidaan käyttää heikkoja signaaleja, trendejä ja megatrendejä. Heikko signaali on merkki tulevaisuuden nousevasta asiasta, josta voi tulla jokin iso trendi. Yksittäinen heikko signaalit ei ole luotettava, mutta useat samaan suuntaan viittaavat heikot

signaalit saattavat jo kertoa tulevaisuuden kasvavasta trendistä. [24, s. 299] Trendit ovat nykyhetken piirteitä. Ne kuvaavat tietyn ajanjakson kuluessa tapahtuvien tarkasteltavana olevan ilmiön yleisiä kehityssuuntia. [25, s. 331] Megatrendeillä tarkoitetaan kehityksen suurta aaltoa ja linjaa. Niillä on selkä kehityssuunta, joiden uskotaan usein jatkuvan samansuuntaisina myös tulevaisuudessa. [25, s. 327] Tämän tutkimuksen kannalta yhtenä megatrendinä voidaan nähdä miehittämättömien ilma-aluksien käyttö osana sodankäyntiä.

Tulevaisuuden tutkimusta toteutettaessa on suhtauduttava tulevaisuuden arvioihin epäilevästi, koska ne saattavat näyttäytyä optimistisinä. Esimerkiksi muutamien Venäjällä kehityksessä olevien miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien kehitystyö pitäisi olla alkuperäisten arvioiden mukaan jo pidemmällä, kuin ne tosiasiaassa ovat [26, s. 8]. On vaikea sanoa, johtuuko tämä tahallisuudesta vai epärealistisista arvioista. Tulevaisuuden näkymien osalta on tässä tutkimuksessa pyritty tarkastelemaan Venäjän UAV:iden kehitystä realistisesti.

Tässä tutkimuksessa tulevaisuutta tarkasteltiin tämän tutkimuksen muilla tutkimusmenetelmillä hankitun aineiston pohjalta. Hankitusta aineistosta pyrittiin tunnistamaan todennäköisimmät kehityssuunnat hyödyntäen heikkoja signaaleja, trendejä ja megatrendejä. Todennäköiseksi tunnistetuista kehityssuunnista valittiin tarkasteluun sellaiset kehitysnäkymät, joiden voidaan olettaa tulevan todelliseksi Venäjän asevoimissa lähitulevaisuudessa. Tämän avulla vastattiin tutkimuskysymykseen ”mitkä ovat Venäjän asevoimien miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien kehitysnäkymät lähitulevaisuudessa?” luvussa viisi.

Lähdeaineistoa tutkimukseen kerättiin hyvin laajasti eri tietokannoista. Käytettyjä tietokantoja olivat Maanpuolustuskorkeakoulun kirjaston tarjoamat tietokannat ja eri internet hakusivustot. Maanpuolustuskorkeakoulun kirjaston tietokannoista hyödynnettiin erityisesti EBSCO, East View, IHS Jane's, Scopus ja Taylor & Francis tietokantoja sekä Finna hakuportaalia. Tämän lisäksi lähdeaineiston hankinnassa hyödynnettiin Google hakupalvelua ja Venäjän miehittämättömiin ilma-alusjärjestelmiin perehtyneeksi tunnistettujen henkilöiden Twitter-tilejä, joita seurattiin tutkimusprosessin ajan. Tämän avulla löydettiin usein juuri julkaistuja aihepiiriä koskevia artikkeleita ja uutisia. Google hakupalvelua hyödynnettiin ristiviittauksien etsintään ja sen avulla pyrittiin löytämään lähdeaineistoa, jota ei ollut noussut esille aikaisemmilla tietokantoihin suoritetuilla hauilla. Lähdeaineisto koostui tieteellisistä julkaisuista, uutislähteistä, artikkeleista, raporteista, selonteista, katsauksista ja arvioista. Lähteinä käytettiin paljon internet-lähteitä, jotta tutkittavasti aiheesta saatiin muodostettua mahdollisimman ajantasainen näkemys.

Lähdeaineiston monipuolisuus ja laajuus nähtiin tutkimuksen tekemiselle vahvuutena, mutta niiden käyttämiseen liittyi myös riskejä, jotka oli otettava huomioon. Lähdeaineistoa, varsinkin internet-lähteitä, käsiteltäessä lähteiden luotettavuutta tuli kyseenalaistaa ja lähteitä tuli tarkastella kriittisesti. Kriittinen tarkastelu korostui erityisesti uutisia käsiteltäessä, koska osa uutisista pyrkii olemaan sensaationhakuksia tai uutisen kirjoittaja on voinut irrottaa aiheen asiayhteydestä. Myös sekundäärisiä eli toissijaisia lähteitä käsiteltäessä tuli huomioda niiden kriittinen tarkastelu ja lähteen luotettavuuden arviointi. Tutkija ei voi vaikuttaa tällaisten lähteiden sisältämään tietoon, miten ne on kerätty tai miten niitä on tulkittu. Lähdeaineistoa analysoitaessa keskityttiin niissä esitettyihin faktapohjaisiin tietoihin ja aihepiiristä etsittiin useampia toisistaan riippumattomia lähteitä luotettavuuden lisäämiseksi. Lähdeaineiston sisällön luotettavuutta arvioitiin myös tarkastelemalla tiedon tuottajan ja julkaisijan, sen käyttämien lähteiden sekä esitetyn tiedon luotettavuutta. Venäjänkielisiä lähteitä käytettiin vain vähän, koska tutkija ei omaa venäjän kielen taitoa. Venäjänkielisiä lähteitä käsiteltäessä ne käännettiin saatavilla olevilla käännöstyökaluilla ja tämän lisäksi etsittiin vastaavaa aihetta käsittelevä julkaisu, jonka avulla voitiin kasvattaa käännöksen luotettavuutta.

3. VENÄJÄN ASEVOIMIEN MIEHITTÄMÄTTÖMÄT ILMA-ALUS-JÄRJESTELMÄT

3.1. Historia

Miehittämättömien ilma-aluksien eli UAV:iden kehittämisen voidaan todeta alkaneen tosissaan 1950-luvulla. Alkukantainen UAV oli valmistettu ensimmäisen kerran jo 1916 Yhdysvaltalaisen yrityksen toimesta, mutta todellinen tutkimus- ja kehittämistoiminta alkoi maailmalla kuitenkin Vietnamin sodan jälkeen, kun Yhdysvallat ja Israel alkoivat kehittää halpoja ja pienikokoisia UAV:itä tiedustelutehtäviä varten. Nämä suhteellisen halvat ja pienikokoiset miehittämättömät ilma-alukset varustettiin moottoripyörän polttomoottoreilla ja niihin asennettiin videokamera ja lähetinyksikkö, joka välitti UAV:n kuvaa maa-asemalle. Näitä UAV:itä pidetäänkin nykyaikaisten UAV:iden prototyypinä. [16, s. 1646]

Neuvostoliitossa eräänlainen alkusysäys miehittämättömien ilma-aluksien esiasteen kehittämiseksi käynnistyi 1930-luvun alussa, kun Neuvostoliitossa aloitettiin kehittämään radio-ohjauskykyä ja autopilottia vanhoihin pommikoneisiin. Tavoitteena oli kehittää radio-ohjattava pommikone, joka voitaisiin lennättää vihollisalueelle pommittamaan siellä olevia kohteita. Toisena tavoitteena oli se, että näitä radio-ohjattavia lentokoneita voitaisiin käyttää maalilennokkeina kehitteillä oleville ilmatorjuntaohjuksilla ja ilmasta ilmaan ohjuksille. Ohjuskokeiluja suoritettiin aluksi hinattaviin maaleihin, mutta vaarana oli, että ohjus hakeutuisi maalin sijasta hinaavaan lentokoneeseen. [27; 28, s. 92]

1930-luvun alussa Neuvostoliitossa kehitettiin Daedalus-järjestelmä, joka mahdollisti lentokoneen lentämisen ilman ohjaajaa. Järjestelmän avulla kyettiin lähettämään ohjauskomentoja maasta lentokoneeseen jopa 25 kilometrin etäisyydeltä. Järjestelmään liittyi oleellisesti myös autopilottiominaisuus, joka mahdollisti koneen lentämisen ilman jatkuvaa kauko-ohjaamista. [28, s. 92] Aluksi tämä järjestelmä liitettiin osaksi käytöstä poistuvia lentokoneita. Lentäjä lensi maalilennokiksi modifioidun lentokoneen oikealle lentokorkeudelle, asetti sen oikeaan lentotilaan ja hyppäsi lentokoneesta laskuvarjon avulla, jonka jälkeen maa-asema otti maalilennokin radio-ohjaukseen. Mikäli testattava ohjusjärjestelmä ei osunut maalilennokkiin, oli siihen lisätty itsetuho-ominaisuus, jotta se pystyttiin tuhoamaan maa-asemalta käsin. [27]

1930-luvun lopussa Neuvostoliitossa toteutettiin onnistuneesti ensimmäinen täysin miehittämättömän lentosuoritus, johon kuului myös laskeutuminen kiitotielle. Neuvostoliitossa oltiin siis kehitetty järjestelmä, joka mahdollisti lentokoneen lentoonlähdön, operoinnin noin 25 kilometrin

säteellä ja laskeutumisen ilman lentokoneessa olevaa miehistöä. Toisen maailmansodan sytyttyä Neuvostoliitossa varustettiin viisi pommikoneita tällä radio-ohjaus ja autopilotti järjestelmällä ja tavoitteena oli käyttää niitä sodassa pommitustehtäviin. Maaliskuussa 1942 yksi miehittämätön pommikone lennätettiin tuhoamaan vihollisen käyttämää rautatieristeyttä, mutta lento epäonnistui tuhoutuneen radioantennin takia. Neuvostoliitto ei tietävästi yrittänyt käyttää muita miehittämättömiä pommikoneita toisessa maailmansodassa ja näiden kehitystä ei enää jatkettu. [28] Daedalus-järjestelmä osoitti Neuvostoliiton kyvyn kehittää uusia teknologioita ja järjestelmiä asevoimilleen.

Radio-ohjauskyvyn kehittyminen mahdollisti yksinkertaisimpien ja halvempien järjestelmien kehittämisen niin maalilennokeiksi kuin vähän myöhemmin ensimmäisiksi tiedustelulennokeiksi. Neuvostoliiton ensimmäinen massatuotantoon ja laajempaan käyttöön otettu UAV oli La-17, jonka tuotanto aloitettiin vuonna 1956 maalilennokkiversiona. La-17 UAV:stä modifioitiin myös ensimmäinen Neuvostoliiton tiedustelu-UAV, La-17R. La-17R oli suunniteltu kuvaamaan vihollisen ryhmyksiä ja kalustoa alueilla, jossa miehitetyn järjestelmän käyttö oli liian riskialtista. Neuvostoliiton asevoimat sai La-17R version käyttöönsä vuonna 1962. Kaiken kaikkiaan La-17 UAV:n viimeiset maalilennokki- ja tiedusteluversiot olivat tuotannossa ja käytössä Neuvostoliitossa 1990-luvun alkupuolelle saakka. [27]

Vietnamin sodan jälkeen useat eri maat alkoivat kehittämään kevyitä tiedustelu-UAV:itä. Eri-tyisesti Israelin käyttämät UAV:t Libanonin sodassa vuonna 1982 herättivät Neuvostoliiton sotilaallisen johdon mielenkiinnon näihin kevyisiin radio-ohjattaviin tiedustelulennokkeihin. Neuvostoliitossa järjestettiin demonstraatio 1980-luvun alkupuolella, jossa tiedustelulennokki lensi niiden suorituskykyisimmän ilmatorjuntajärjestelmän vaikutuspiirissä ilman, että sitä saatiin tuhottua. [27, s. 4] Tämä osoitti miehittämättömän ilma-aluksen kyvykkyyden tunkeutua vastustajan ryhmyksen syvyyteen ja käynnisti Neuvostoliitossa taktisen tason tiedustelu-UAV:iden kehittämisen [27].

Neuvostoliitto nousi ennen hajoamistaan lähes johtavaan asemaan maailmassa tiedustelu-UAV:iden kehittäjänä. Esimerkiksi vuosien 1972 ja 1989 välillä Neuvostoliitossa valmistettiin lähes 1 000 Tu-143 Reis tiedustelu-UAV:tä. [1] Neuvostoliiton hajoaminen kuitenkin seisautti uusien asejärjestelmien kehittämisen ja Venäjä jäi länsimaiden sotavarustekehityksestä jälkeen. Neuvostoliiton hajoaminen johti muun muassa siihen, että Venäjän ilmavoimien lentokaluston määrä alkoi pienentyä kiihtyvällä tahdilla. 2000-luvun alkupuolella Venäjän ilmavoimien ilmalusten määrä laski pahimmillaan yli kolmanneksen 1990-luvun määrään verrattuna. [29, s. 89]

Elokuussa 2008 käyty Georgian sota osoitti Venäjälle sen, kuinka kauaksi ne olivat jääneet miehittämättömien ilma-aluksien ja niiden tiedustelukyvyn kehityskulusta muuhun maailmaan nähden. Venäjä käytti Georgiassa Pchela-1T, Strizh ja Reys UAV:itä, joilla ei kyetty tuottamaan tiedustelutietoa vastustajasta. Nämä Venäjän käyttämät UAV:t olivat vanhoja 1970 ja 1980-luvuilla kehitettyjä UAV:itä. Tämän takia Venäjä joutui turvautumaan valokuvaustiedusteluun Su-24MR kalustoa käyttämällä. Venäjän puolustusministeriön tiedottajat totesivatkin sodan jälkeen, että Venäjän miehittämättömät ilma-alukset ovat auttamatta vanhentuneita ja hyödyttömiä nykyaikaisessa sodankäynnissä. [30, s. 7]

Georgian sodan jälkeen vuonna 2009 Venäjän puolustusministeriö toteutti kaikille Venäjällä tuotetuille vanhoille ja uusille miehittämättömille ilma-aluksille kenttäkokeita, joissa UAV:itä vertailtiin ja niiden suorituskykyä mitattiin uudelleen. Kenttäkokeet tulivat maksamaan yhteensä 160 miljoona Yhdysvaltain dollaria, eikä asevoimien edustajien mielestä yksikään UAV osoittanut riittävää suorituskykyä. Georgian sodan ja kenttäkokeiden tulosten osoitettua, että Venäjän asevoimien ei ollut kyennyt valmistamaan sotilaskäyttöön riittävän suorituskykyisiä UAV:itä, Venäjän puolustusministeriö käynnisti UAV:iden hankinnan Israelista. [30, s. 7]

Venäjä hankki UAV:itä ensimmäisen kerran Israelista vuonna 2009 [30, s. 7]. Tätä hankintaa voitiin pitää hyvin poikkeuksellisenä, sillä tämä oli ensimmäinen kerta Venäjän lähihistoriassa, kun Venäjä hankki asevoimilleen ulkomaista teknologiaa kokonaisena järjestelmänä [1]. Vuoden 2010 syksyllä julkistettiin Venäjän ja Israelin välinen kauppasopimus miehittämättömistä ilma-aluksista. Sopimus tehtiin israelilaisen IAI-yhtiön ja venäläisen yhdistetyn lentokoneenrakennuskonsernin Oboronpromin välillä. Sopimuksen mukaan IAI toimitti venäläiselle yritykselle UAV:t komponentteina ja osajärjestelminä, jotka koottiin Venäjällä. [31] Sopimus koski mitä ilmeisemmin operatiivisen ja taktisen tason Searcher MkII ja Bird Eye 400 UAV:itä, koska niitä valmistetaan Venäjällä Forpost ja Zastava nimillä [4, s. 220; 32]. Kauppasopimuksen toteutumisen ehtona on pidetty sitä, että Venäjä perui aikaisemmin solmitun sopimuksen S-300 ilmatorjuntaohjusjärjestelmän toimittamisesta Iranille. Venäjän ja Iranin välisen S-300 kaupan arvon on kerrottu olleen 800 miljoonaa Yhdysvaltain dollaria, kun taas Venäjän ja Israelin välinen UAV-kaupan arvo on ollut noin 300 miljoonaa Yhdysvaltain dollaria. [31] Iranin kanssa solmitun S-300 kaupan peruuttaminen osoittaa osaltaan, että UAV:iden hankintaa on pidetty tärkeänä Venäjällä.

Vuonna 2011 Venäjän puolustusministeriö alkoi investoida Venäjän omaan UAV-tuotantoon ja rahoitti useita kevyen luokan UAV-malleja, kuten nykyisin käytössä olevan Orlan-10 UAV:n

kehittämistä. Muutaman vuoden tutkimus ja kehittämistoiminnan jälkeen Venäjän puolustusministeriö alkoi vuonna 2013 hankkia maavoimille uusia UAV:itä Venäjän puolustusteollisuudelta. [30, s. 8] Investoinnit UAV-tuotantoon ja uusien järjestelmien hankinnat Venäjän puolustusteollisuudelta olivat osaltaan seurausta Venäjällä käynnistetystä asevoimien reformista.

Venäjän asevoimien reformi katsotaan alkaneen vuonna 2008 Georgian sodan jälkeen. Reformia kuvastaa termi ”määrästä – laatuun”, jossa asevoimien henkilöstövahvuutta supistettiin, organisaatio uudistettiin, valmiutta korostettiin sekä aseistusta ja varustusta uudistettiin. [33, s. 292-308] Asevoimien reformin tavoitteena oli luoda kompaktit ja liikkuvat sekä teknisesti hyvin varustetut ja koulutetut asevoimat, jotka pystyvät täyttämään tehtävänsä [34]. Venäjä pyrki reformillaan pois Neuvostoliiton aikaisesta organisaatioratkaisusta, joka piti sisällään suuren määrään ”paperitiikereitä”, kohti pienempiä ja liikkuvia jatkuvan valmiuden joukkoja [30, s. 2].

Vuonna 2012 Venäjän presidentti Vladimir Putin ilmoitti, että Venäjä tulee investoimaan miehittämättömien ilma-aluksien tuotantoon vuoteen 2020 saakka yhteensä 12 miljardia Yhdysvaltain dollaria. Vuosi tämän ilmoituksen jälkeen Venäjän puolustusministeriö määräsi kaksinkertaistettavaksi miehittämättömien ilma-aluksien kehitystyön ja tuotannon. [35] Joulukuussa 2014 hyväksytyssä Venäjän sotilasdoktriinissa miehittämättömät ilma-alukset olivat yksi doktriinissa mainituista teknologisen osa-alueen kehittämiskohteista [36, s. 13]. UAV:iden kehittämistoimintaan ja tuotantoon osoitetut resurssit ja sotilasdoktriinin linjaukset osoittivat, että Venäjä pyrkii saamaan länsimaiden UAV:iden kehityksen etumatkan kiinni.

Venäjällä oli ongelmia UAV-kehitystoiminnan alkuvaiheessa. Venäjän teollisuudella oli haasteita tuottaa UAV:iden komponentteja, kuten komposiittisia lentorunkoja, hyvän hyötysuhteen omaavia moottoreita ja häiriönsietokykyisiä datalinkkejä ja ohjausjärjestelmiä [37]. Myös 2010-luvun alun UAV-hankinnat Israelista johtuivat osaltaan siitä, että Venäjällä oli ongelmia ohjaus- ja lennonhallintajärjestelmissä sekä hyötykuormana käytettävässä tiedusteluoptroniikassa ja sen vaatimissa viestintäjärjestelmissä [38, s. 98]. Kaiken kaikkiaan Venäjä on lähihistorian aikana hankkinut miehittämättömiä ilma-aluksia viideltä eri valtiolta: Israelilta, Kiinalta, Itävaltalta, Ranskalta ja Arabiemiirikunnilta [39].

Yhtenä syynä ulkomaisten UAV:iden hankinnalle on ollut se, että Venäjä on pyrkinyt kehittämään omaa UAV-tuotantokykyyään tutkimalla ulkomaisten valmistajien UAV:itä [1]. Venäjän puolustusteollisuuden keskeinen ongelma, erityisesti ilmailualalla, on ollut osaavan henkilöstön

puute, eikä maan koulutusjärjestelmä ole kyennyt vastaamaan tähän tarpeeseen. Venäjä käynnisti vuonna 2012 ohjelman, jonka päämääränä oli tehostaa kotimaista puolustusteollisuuden tuotantoa. Puolustusteolliselle sektorille asetettiin tavoitteeksi kehittää tuotantoa siten, että tuotteet valmistettaisiin kokonaan kotimaisen tuotannon komponenteista. Vuonna 2014 Venäjälle asetetut pakotteet nopeuttivat tätä ohjelmaa ja Venäjällä aloitettiin panostamaan erityisesti tutkimus- ja kehittämistoimintaan. [7, s. 83]

Puolustusteollisuuteen panostamalla Venäjä ei ole ainoastaan pyrkinyt nopeuttamaan Venäjän asevoimien UAV:iden määrän ja laadun kasvattamista. Usealle Venäjän puolustusteollisuusalan yritykselle vienti ja vientituotteiden valmistaminen on tärkeä tulonlähde. Venäjä on Yhdysvaltojen jälkeen maailman toiseksi suurin maa aseviennin osalta. Rahallisesti mitattuna noin 50% näistä puolustusteollisuuden vienneistä on sotilasilmalähteiden tuotteita. [7, s. 85] Asevientä onkin yksi UAV:iden kehittämisen ja tuotannon kannustimista venäläisille yrityksille [40]. Puolustusteollisuuden pyrkimykset kansainvälisille UAV-markkinoille hyödyttää myös Venäjän asevoimia, sillä tuotteiden voidaan olettaa olevan hyvälaatuisia ja suorituskykyisiä, mikäli niitä saadaan kaupattua myös muille valtioille.

Venäjän kotimaan tuotannon ongelmat UAV- ja lentokonemoottoreiden osalta on ollut yksi suurimmista haittatekijöistä Venäjän UAV-kehitystoiminnassa [41]. Tämä korostuu erityisesti suurikokoisten UAV:iden osalta, jotka tarvitsevat kokonsa ja tavoiteltavan nopeuden takia tehokkaita moottoreita. Neuvostoliiton aikaan tämänkaltaisia moottoreita valmistettiin, mutta tuotanto pysähtyi 1990-luvulla. Venäjälle asetetut talouspakotteet ja sanktiot ovat vaikeuttaneet Venäjää hankkimasta näitä moottoreita ulkomailta, joten Venäjä on joutunut käynnistämään moottorituotannon uudelleen. [41] Tuotannon uudelleen käynnistäminen pitkän ajan jälkeen ilman merkittäviä taloudellisia panostuksia on kuitenkin hidasta, koska tuotantotilat ja osaava henkilöstö on käytännössä hankittava ja koulutettava uudelleen.

Anatoli Serdjukovin ollessa Venäjän puolustusministerinä vuosina 2007-2012 ryhdyttiin aktiivisiin toimenpiteisiin Venäjän puolustusteollisuuden kansainvälistämisen edistämiseksi. Kansainvälinen yhteistyö alkoi saavuttaa Venäjän kannalta myönteisiä tuloksia, mutta Krimin tapahtumat ja siitä seuranneet sanktiot rajoittivat kansainvälistä yhteistyötä. Näiden tapahtumien jälkeen Venäjä on onnistunut tekemään teollista yhteistyötä vain muutaman maan, kuten Intian ja Kiinan, kanssa. Kiina on kuitenkin ongelmallinen yhteistyömaa Venäjän puolustusmateriaalituotannon näkökulmasta, koska se on samalla myös kilpailijamaa aseviennissä, kuten miehitettävien ilma-aluksien viennin osalta. [41]

Venäjä on näistä kehitystyön alkuvaiheen haasteista huolimatta kyennyt ottamaan erilaisia UAV:itä nopeasti asevoimien käyttöön. Tämä käsitellään seuraavassa alaluvussa. Kehitystyö on ollut koko ajan jatkuvaa ja niin valtionjohdon kuin asevoimien tahtotila UAV:iden hyödyntämiseen nykyistäkin laajemmin vaikuttaa olevan korkea. Venäjällä on nykyisin käynnissä useita hankkeita, joiden avulla se pyrkii kehittämään olemassa olevia UAV-järjestelmiä ja saman aikaisesti kehittämään uusia käyttötarkoituksia niille. Näitä asioita käsitellään luvussa neljä.

3.2. Käytössä olevat miehittämättömät ilma-alusjärjestelmät

Miehitetyn ilma-aluksen ohjaaja tarvitsee suojakseen ja tehtävän suorittamiseksi ilma-aluksen ohjaamoa, siellä olevia laitteita ja ohjaimia, lentovarusteita, kuomun, heittoistuimen, pelastautumisvälineet ja ilma-aluksen ilmastointijärjestelmän ohjaamon ja g-puvun paineistukseen. Nämä kasvattavat ilma-aluksen massaa, vastusta, tutkapoikkipinta-alaa sekä hintaa. Arvioiden mukaan ohjaajan tarvitsemat järjestelmät ja laitteet voivat kasvattaa ilma-aluksen massaa jopa 1 000 kilogrammaa. [42, s. 305] Ohjaajan ja ohjaajan tarvitsemien järjestelmien poistaminen ilma-aluksesta mahdollistaa painon säästön lisäksi muun muassa ilma-aluksen koon pienentämisen, toiminta-ajan lisäämisen, liikehtimiskyvykkyyden kasvattamisen ja tällöin myös ihmishengen menettämisen riski poistuu. Miehittämätöntä ilma-alusta ei tarvitse rakentaa ihmisen eli ohjaajan ympärille, jolloin uusien ratkaisuiden ja järjestelmien kehittäminen ilma-alukselta vaaditun tehtävän toteuttamiseksi mahdollistuu.

Miehittämättömiä ilma-aluksia käytetään sotilaallisiin tarkoituksiin laajasti maailmalla. Syynä tähän on se, että niillä voidaan toteuttaa osin samoja tehtäviä kuin miehitetyilläkin järjestelmillä, mutta riskittömämmin ja kustannustehokkaammin. Käyttämällä miehittämätöntä lavettia esimerkiksi ISR-tehtävään tai aseelliseen vaikuttamiseen vihollisen yllä vältetään riskit omien sotilaiden menettämisestä. Toiseksi UAV:llä voidaan pysyä saman alueen päällä joko leijumalla tai hitaasti lentämällä, jolloin kyetään toteuttamaan tiedustelua ja tilannekuvan luontia kohdealueesta jatkuvasti, mitä miehitetyillä lentokoneilla ei voida tehdä. Miehittämättömillä ilma-aluksilla voidaan saavuttaa lisäksi huomattavasti pidempi toiminta-aika kuin miehitetyillä ilma-aluksilla, koska esimerkiksi ohjaajan psykofyysiset tekijät eivät rajoita sitä. Miehittämättömät ilma-alukset ovat erittäin potentiaalisia keinoja toteuttaa tehtäviä, jotka ovat riskialttiita henkilöstölle ja vaativat pitkäaikaista sekä tarkkaa tiedustelutiedon muodostamista kohdeesta. [43]

UAV:iden käyttö maailmanlaajuisesti on laajentunut hyvin nopeasti. Esimerkiksi vuonna 2010 maailman eri asevoimilla oli käytössä yhteensä noin 200 erilaista UAV-järjestelmää. Vastavasti vuonna 2015 eri asevoimien käytössä oli noin 960 erilaista UAV-järjestelmää. Vuonna 2017 julkaistussa artikkelissa todettiin, että yhteensä 86:lla eri valtion asevoimilla on käytössä UAV:itä, ja näistä 19:sta on käytössä myös aseistettuja UAV:itä. Maailman UAV-kehittäjien ja valmistajien kärkimaihin lukeutuu nykyisin myös Venäjä. [44]

UAV:iden käyttö on laajentunut Venäjälläkin hyvin nopeasti 2010-luvun aikana. Vuonna 2011 Venäjän asevoimilla oli käytössä noin 180 vanhentunutta miehittämätöntä ilma-alusjärjestelmää [8; 45]. Tämän jälkeen UAV:iden määrä on kasvanut vuosittain nopeaan tahtiin. Vuosien 2012 ja 2013 aikana käyttöön saatujen UAV:iden määrää ei ole tiedossa, mutta Venäjän asevoimat sai vuonna 2014 yhteensä 179 uutta miehittämätöntä ilma-alusta käyttöönsä [29, s. 90]. Vuoden 2015 loppuun mennessä Venäjän asevoimilla oli operatiivisessa käytössään yhteensä 1720 UAV:tä [30, s. 8; 45, s. 163]. Vuonna 2016 määrä jatkoi kasvamistaan. Tuolloin Venäjän puolustusministeri Šoigu mainitsi vuosikatsauksessaan, että Venäjän asevoimat oli saanut 105 uutta miehittämätöntä ilma-alusjärjestelmää, yhteensä 260 lentävää laitetta, jolloin oli myös muodostettu 36 UAV-yksikköä Venäjän asevoimiin. Kaiken kaikkiaan vuonna 2016 Venäjällä oli käytössään nykyaikaisia miehittämättömiä ilma-alusjärjestelmiä yhteensä 600, jotka pitävät sisällään yhteensä noin 2 000 eri UAV:tä. [8] Vuosien 2016 ja 2017 aikana Venäjän asevoimat hankki 164 UAS:ää lisää. Ne pitivät sisällään yhteensä 459 kevyttä tiedusteluun ja elektroniseen sodankäyntiin tarkoitettua UAV:tä. [30, s. 8] Vuonna 2018 Venäjän asevoimille luovutettiin käyttöön noin 300 uutta UAV:tä [9, s. 6]. Venäjän asevoimat oli siis ottanut käyttöön vuoteen 2018 mennessä yli 2 500 uutta UAV:tä.

Taulukoihin 2 ja 3 on koottu Venäjän asevoimien käytössä olevia UAV:itä. Niiden perusteella voidaan todeta, että Venäjällä on tällä hetkellä käytössään vain taktisen ja operatiivisen tason ISR- ja ISTAR-kykyisiä UAV:itä. Taktisen tason UAV:t vaikuttavat olevan yleisimpiä ja monipuolisimmin käytettyjä, koska ne ovat helposti liikuteltavissa joukkojen mukana kokonsa puolesta ja niillä kyetään tuottamaan joukon tarvitsema suorituskyky tiedustelu- ja valvontakyvyn osalta. Taulukoista 2 ja 3 havaitaan, että Venäjällä on operatiivisen tason UAV:itä operatiivisessa käytössä vain yksi, Forpost. Forpost on ainoa käytössä olevista UAV:istä, joka vaatii operointia varten kiitotien tai vastaavan lähtö- ja laskeutumisalustan. Muut käytössä olevat UAV:t ovat lentoon lähetettävissä joko katapultilla tai kädestä heittämällä. Näiden UAV:iden laskeutuminen tapahtuu lähes poikkeuksetta laskuvarjoa hyväksi käyttäen.

Kuten tämän luvun UAV:iden tiedoista havaitaan, nykyisissä Venäjän asevoimien käyttämissä miehittämättömissä ilma-aluksissa on käytössä hyötykuormana yleisimmin elektro-optisia sensoreita, kuten päivänvalon kameroita ja lämpökameroita. Hyötykuormana on yleisesti käytetty myös elektronisen sodankäynnin sensoreita, kuten häirintälähettämiä, suuntimia ja mobiiliverkon valetukiasemia. Myös viesti ja tietoliikenneyhteyksien releointijärjestelmiä on käytössä venäläisissä UAV:issa.

Taulukoissa 2 ja 3 sekä tässä luvussa tuodaan esille Venäjällä yleisimmin ja eniten käytössä olevia miehittämättömiä ilma-aluksia ja niiden teknisiä tietoja. Vaikka Venäjällä on lähihistorian aikana valmistettu lukuisia eri UAV-malleja [46], niitä kaikkia ei tulla käsittelemään tässä tutkimuksessa, koska osa niistä on jäänyt hyvin vähälle käytölle tai niitä ei ole otettu Venäjän asevoimien käyttöön.

Taulukko 2. Venäjän asevoimien käytössä olevia UAV:itä

UAV	Eleron-3SV	Forpost	Granat-1	Granat-4
Valmistaja	ENICS JSC	UWCA (alkup. IAI)	Kalašnikov	Kalašnikov
Käyttöönottovuosi	~ 2013	~ 2012	ei tiedossa	2014
Toimintasäde	20 - 25 km	150 - 250 km	10 - 15 km	70 km
Toiminta-aika (max.)	90 - 100 min	17,5 h	75 min	6 h
Lentoonlähtöpaino (max.)	4,9 - 5,3 kg	454 kg	2,4 kg	30 kg
Hyötykuorman kantokyky (max.)	0,6 - 1 kg	100 kg	0,4 kg	3 kg
Leveys (siipien kärkiväli)	1,47 m	8,55 m	82 cm	3,2 m
Pituus	0,6 m	5,85 m	ei tiedossa	2,4 m
Lentonopeus	~100 km/h	~200 km/h	60 km/h	140 km/h
Lentokorkeus (max.)	3 500 - 4 000 m	6 000 m	1 500 m	3 500 - 4 000 m
Lentoonlähtö	Katapultti / heittämällä	Kiitotie / katapultti / rakettivälineillä	Katapultti / heittämällä	Katapultti
Laskeutuminen	Laskuvarjo	Kiitotie	Laskuvarjo	Laskuvarjo
Lähde:	[47; 48; 49]	[4; 50]	[51]	[46; 47; 48; 52]

Taulukko 3. Venäjän asevoimien käytössä olevia UAV:itä

UAV	Orlan-10	Tahion	ZALA 421-08	ZALA 421-16	Zastava
Valmistaja	Spetsialny Tekhnologicheski Tsentr	Kalašnikov	ZALA	ZALA	Alkup. IAI Bird-Eye 400
Käyttöönottovuosi	2013	2014	2007 / 2013	2009	2013
Toimintasäde	50 - 150 km	120 km	15 - 25 km	50 - 70 km	20 km
Toiminta-aika (max.)	8 - 10 h	2 h	80 min	2,5 - 4 h	90 min
Lento-önlähtö-paino (max.)	14 - 18 kg	6,9 kg	2,5 kg	16 kg	5,8 kg
Hyötykuorman kantokyky (max.)	2,5 - 5 kg	1 kg	0,3 kg	3 kg	1,2 kg
Leveys (siipien kärkiväli)	3,1 m	2 m	0,81 m	1,68 m	2,2 m
Pituus	1,8 m	61 cm	0,4 m	ei tiedossa	80 cm
Lentonopeus	75 - 170 km/h	65 - 120 km/h	65 - 130 km/h	200 km/h	100 km/h
Lentokorkeus (max.)	5 000 - 6 000 m	4 000 m	3 600 m	3 600 m	450 m
Lento-önlähtö	Katapultti	Katapultti	Katapultti / heittämällä	Katapultti	Katapultti / heittämällä
Laskeutuminen	Laskuvarjo	Laskuvarjo	Laskuvarjo	Laskuvarjo	Laskuvarjo
Lähde:	[19; 51; 53]	[46; 52; 54]	[46; 55]	[46; 56]	[32; 52; 57]

Eleron-3

Eleron-3 on 1. luokan kädestä lähetettävä lyhyenkantaman tiedustelu-UAV, jonka toimintasäde on noin 25 kilometriä. Se on kiinteäsiipinen, deltamallinen ilma-alus ja se on kehitetty nimenomaan Venäjän maavoimien käyttöön. Sen hyötykuormana käytetään tavallisesti videokameraa tai infrapunakameraa, joita käytetään ISR-tehtävien suorittamiseen. Sitä voidaan käyttää myös releointiasemana ja häirintälähettimenä sekä signaalitiedusteluun. [47; 58 s. 133] Eleron-3 on venäläisen Enics JSC yrityksen valmistama. Sen lento-önlähtöpaino on maksimissaan 5,3 kilogrammaa ja se voi kantaa 1 kilogramman hyötykuorman. Lentonopeus tällä UAV:llä on noin 100 km/h ja sen maksimilentokorkeus on noin 4 000 metriä. [47]

Eleron-3 käyttää navigointiin GPS ja GLONASS paikannusjärjestelmää. Sitä voidaan ohjata joko maa-asemalta tai siihen voidaan ohjelmoida lentoreitti ennen lento-önlähtöä. Voimanlähteenä UAV:ssä käytetään sähkömoottoria, joka pyörittää UAV:n perässä olevaa potkuria. UAV on mahdollista purkaa osiin kuljetuksen ajaksi, jolloin se voidaan kuljettaa esimerkiksi sotilaan

selkärepussa. Se voidaan lähettää lentoon katapultin avulla tai tähän tarkoitukseen suunnitellulla käsilaukaisimella. [48] Sen lennättäminen ei vaadi raskaita maalaitteita, vaan ohjaaminen tapahtuu kannettavan tietokoneen ja pienen lähetin-vastaanottimen avulla [59]. Eleron-3 soveltuu ominaisuuksiensa puolesta hyvin esimerkiksi erikoisjoukkojen käytettäväksi, koska partio kykenee kuljettamaan itsenäisesti UAV:n ja sen operoinnin vaatimat laitteet.

Venäjän puolustusministeriö on ilmoittanut, että Eleron-3 UAV:itä tullaan hankkimaan lisää asevoimien käyttöön. Hankittavien UAV:iden määrä ei ole kerrottu julkisuuteen, mutta niiden hankintaan varatut varat on ilmoitettu. Vuonna 2019 hankintaan oli budjetoitu vähän alle 400 miljoonaa ruplaa ja vuosille 2020 ja 2021 hankintaan on varattu yhteensä noin 600 miljoonaa ruplaa. [58]

Forpost

Forpost on yksi 2010-luvun alussa Israelista hankituista UAV-malleista. Kun vuonna 2010 Venäjä ja israelilainen IAI allekirjoittivat lisenssisopimuksen, se mahdollisti Searcher Mk II:n valmistamisen Venäjällä. Venäjällä lisenssillä valmistettavista Searcher Mk II:sta käytetään nimeä Forpost. [4, s. 220; 50] Lisenssisopimuksen hinnaksi on kerrottu noin 400 miljoonaa Yhdysvaltain dollaria. Tämän lisäksi jokaisen kolme UAV:tä ja maa-aseman sisältävän kokonaisuuden hinnaksi on ilmoitettu noin 30 miljoonaa Yhdysvaltain dollaria. [60] Venäjän puolustusministeri ilmaisi vuonna 2019 suunnitelmansa hankkia Forpost UAV:itä lisää Venäjän asevoimille. Hankintaa perusteltiin Forpostista saaduilla hyvillä kokemuksilla Syyrian operaation aikana. [61]

Forpost on 2. luokan operatiivisen tason tiedusteluun, valvontaan ja maalinosoitukseen suunniteltu miehittämätön ilma-alus, joka esiteltiin julkisuuteen israelilaisten toimesta ensimmäisen kerran vuonna 1998. Sen pituus on 5,85 metriä, sen siipien kärkiväli on 8,55 metriä ja sen tyhjäpaino on 355 kilogrammaa. Hyötykuormaa Forpost voi kantaa noin 100 kilogrammaa. Ilma-aluksen toimitasäde on maksimissaan noin 250 kilometriä, sen maksimilentokorkeus on 6 000 metriä ja sen maksimitoiminta-aika on noin 17,5 tuntia. Lentonopeusväli, sakkausnopeudesta maksiminopeuteen, ilma-aluksella on noin 85–205 km/h. Lentoonlähtö voi tapahtua normaalin lentoonlähdon lisäksi katapulttiavusteisesti tai rakettiavusteisesti. Ilma-aluksen laskeutuminen tapahtuu lentokoneiden tapaan kiitotielle. [50]

Forpost UAV:n ohjattavuus ja hallinta on mahdollista toteuttaa usealla eri tavalla riippuen siihen asennetuista hyötykuormista. Ilma-alusta voidaan ohjata reaaliaikaisesti maa-asemalta kä-

sin, kuten mitä tahansa lennokkia, tai vaihtoehtoisesti sille voidaan ohjelmoida valmiiksi lento-tiedot ja reittipisteet. Ilma-aluksessa on lentoarvojen mittaukseen ja käsittelyyn tietokone, jonka avulla se kykenee suoriutumaan lentotehtävistä itsenäisesti ennalta syötettyjen parametrien mukaisesti. On esitetty, että Forpost UAV sisältäisi myös ATOL-ominaisuuden (automatic take-off and landing), mikä lisäisi huomattavasti ilma-aluksen automaattisuutta. [50]

Hyötykuormana Forpost UAV:ssä on yleisimmin käytetty elektro-optisia TV ja IR -sensoreita. Forpost ja maa-asema kykenee kommunikoimaan keskenään reaaliaikaisesti datalinkin avulla. Ilma-alus kykenee esimerkiksi siirtämään hyötykuormansa keräämää tietoa, kuten videokuvaa, reaaliaikaisesti maa-asemalle. Datalink vaatii toimiakseen näkölinjan (LOS) maa-aseman ja ilma-aluksen välille. Toisia ilma-aluksia ja maa-asemia voidaan kuitenkin myös käyttää releointiasemina, jolloin näkölinja voidaan kierrättää useamman eri pisteen kautta. Tämä tarkoittaa sitä, että Forpost UAV:n käytöllä on mahdollista valvoa, tiedustella ja maalittaa sen koko toiminta-alueen laajuudella. [4, s. 220; 50]

Venäjä on kehittämässä Forpost UAV:hen asennettavaa tutkaa. Sen avulla parannettaisiin Forpostin kykyä tuottaa tiedustelutietoa tehokkaammin pimeällä ja erilaisissa sääolosuhteissa, kuten sumussa. Nykyisillä Forpostissa käytetyillä elektro-optisilla sensoreilla on ollut vaikeuksia tuottaa hyvää kuvaa kohteesta huonoissa olosuhteissa, varsinkin sumussa ja hiekkamyrskyssä. Forpost UAV:tä käytettiin taistelutehtävissä Syyriassa, jonka kokemusten perusteella Venäjä päätti tutkan kehittämisestä. UAV:hen asennettava tutka tulee suunnitelmien mukaan olemaan samankaltainen kuin mitä hävittäjissä on käytössä, mutta kooltaan pienempi. Tutka tullaan asentamaan omaan säiliöönsä, joka kiinnitettäisiin UAV:n rungon alle tai siipiripustimeen. [61] Tarkempia tietoja tutkasta ei kuitenkaan saatu selville.

Forpost UAV on ollut lähes alusta alkaen myös Venäjän merivoimien käytössä, jossa sitä on käytetty merivoimien taistelualusten kohteiden tiedusteluun ja sukellusveneestä laukaistavan Kalibr ohjuksen maalinosoitukseen [62]. Forpost UAV:tä käytetään Venäjän merivoimissa myös sukellusveneiden etsintään ja havaitsemiseen sekä rannikkojoukkojen liikuteltavan ohjustorjuntajärjestelmän maalinosoitukseen [63; 64]. Venäjän puolustusministeriö vahvensi vuonna 2019 Mustanmeren laivastoa perustamalla sinne erillisen Forpost-laivueen [65]. Forpost UAV:n käyttö merivoimien osana mahdollistaa tiedustelun varsinkin saaristoisella alueella, koska tiedustelua voidaan toteuttaa ilmasta käsin. Näin ollen sen käyttö vähentää partiovenneiden käyttötarvetta saaristoalueiden tiedustelussa. UAV:n pitkä toiminta-aika ja -matka mahdollistavat myös laajojen merialueiden valvonnan.

Granat

Granat-1 on Kalašnikov konsernin valmistama 1. luokan tiedustelu-UAV. Se muistuttaa ulkoisesti ZALA 421-08 UAV:tä. Sen maksimilentoonlähtopaino on 2,4 kilogrammaa ja se kykenee kantamaan noin 0,4 kilogramman verran hyötykuormaa. Siipien kärkiväli on 0,82 metriä ja sen lentonopeus on noin 60 km/h. Granat-1 UAV:n toimintasäde on noin 10–15 kilometriä riippuen käytettävästä hyötykuormasta ja tiedonsiirtomoodista. Kuvausjärjestelmää käytettäessä toimintasäde on 15 kilometriä ja vastaavasti videokuvausjärjestelmää käytettäessä se on 10 kilometriä. UAV:n lentokorkeus on noin 1 500 metriä. UAV:n laukaisu tapahtuu katapultilla tai käsin heittämällä ja laskeutuminen tapahtuu automaattisesti laskuvarjon avulla. [51]

Granat-4 on myös Kalašnikov konsernin valmistama 1. luokan tiedustelu-UAV. Se on Granat-1 UAV:hen verrattuna hieman suorituskykyisempi ja kookkaampi. Sen maksimilentoonlähtopaino on 30 kilogrammaa ja se kykenee kantamaan noin 3 kilogramman verran hyötykuormaa. Granat-4 UAV:n siipien kärkiväli on 3,2 metriä ja sen lentonopeus on noin 90 km/h. Toimintasäde UAV:lla on noin 70 kilometriä ja lentokorkeus on maksimissaan 3 500 metriä. [47]

Orlan-10

Orlan-10 on venäläisen Special Technological Centre yhtiön valmistama 1. luokan kiinteäsiipinen miehittämätön ilma-alus, minkä tuotanto alkoi vuonna 2010. Noin 15 kilogramman painoinen ilma-alus on perinteisen potkurikoneen mallinen, jota voidaan käyttää vaihtelevissa sää- ja valaistusolosuhteissa. Ilmoitettu maksimilentokorkeus koneella on noin 5 000 metriä maksimilentonopeuden ollessa noin 150 km/h. Hyötykuormina Orlan-10 UAV:ssä on käytetty erilaisten elektro-optisten sensoreiden lisäksi elektronisen sodankäynnin komponentteja. [35] Toimintasäteen osalta eri lähteissä oli eroavaisuuksia. Eroavaisuudet johtuvat luultavasti käytettävien sensoreiden ja niiden tuottaman datan välitykseen käytettävien siirtomoodien vaihteiluista [51, s. 374].

Kahden Orlan-10 UAV-järjestelmän, joka pitää sisällään kuljetuskaluston, maakaluston ja hyötykuormana käytettävät sensorit, maksaa Venäjän puolustusministeriölle 600 000 Yhdysvaltain dollaria [30, s. 9]. Näin ollen niiden hankintakustannukset eivät ole kohtuuttoman isoja, mikä mahdollistaa näiden hankkimisen suurissa määrin. Venäjän puolustusministeriö hankki vuoden 2018 alkuneljänneksellä 120 Orlan-10 UAV:tä ja tämänkaltaista hankintojen tahtia Venäjä aikoo myös pitää yllä [30, s. 9].

Orlan-10 UAV on nykyaikaisista miehittämättömistä ilma-aluksista kaikkein eniten käytetty versio Venäjän asevoimissa ja niitä on sijoitettu laajasti Venäjällä eri joukkojen käyttöön. Muun muassa vuonna 2015 Orlan-10 UAV:itä sijoitettiin venäläiseen tukikohtaan Armeniassa, jossa niitä käytetään tiedusteluun vuoristo-olosuhteissa. Eteläiselle sotilaspiirille Orlan-10 UAV:itä toimitettiin vuoden 2016 alkupuolella. Ne ovat myös mekanisoitujen taisteluosastojen käytössä Itämeren, Mustanmeren ja Tyynenmeren alueella sekä maahanlaskujoukkojen käytössä. Venäjän strategiset ohjusjoukot saivat ensimmäiset Orlan-10 UAV:t käyttöönsä vuoden 2018 lopulla. [35] Myös Iskander-M ja Totška-U -ohjusprikaatit, joilla ei aikaisemmin ole ollut omia tiedustelu-UAV:itä, on varustettu Orlan-10 UAV:illä [66]. On arvioitu, että Venäjän kaikista UAV:istä Orlan-10 UAV:iden osuus olisi noin 1 000 kappaletta [67].

Orlan-10 UAV:itä on käytetty taisteluolosuhteissa ja niitä on myös ammuttu alas tai ne ovat syöksyneet maahan teknisten ongelmien johdosta, jolloin ulkomaiset toimijat ovat päässeet tutkimaan niitä. Tammikuuhun 2018 mennessä yhteensä yhdeksän Orlan-10 UAV:tä oli dokumentoitu kadonneeksi Luhanskin ja Donetskin alueilla Ukrainassa. Kolme näistä oli syöksynyt maahan ukrainalaisten elektronisen häirinnän johdosta ja kuusi näistä oli ammuttu alas. [68] Inform Napalm sivusto julkaisi 2. kesäkuuta 2018 kuvia Orlan-10 lennokista ja sen sisältämistä komponenteista. Kyseinen Orlan-10 lennokki oli syöksynyt mereen Asovan merellä, lähellä Melekynen kylää, Donetskin alueella. Julkaisussa todetaan, että Orlan-10 UAV:stä löytyneiden komponenttien perusteella voidaan todeta, että suurinta osaa komponenteista ei oltu valmistettu Venäjällä. Koneen osista vain runko ja GPS-moduuli olivat venäläisvalmisteisia, joista GPS-moduulin piirilevy oli amerikkalaisen komponenttivalmistajan valmistama. [68; 69]

Ukrainan kaakkoisosassa mereen syöksyneestä Orlan-10 UAV:stä löytyi useita Venäjän ulkopuolella valmistettuja komponentteja. GPS-seurantalaite, jota käytetään UAV:n paikkatiedon välittämiseen maa-asemalle, oli ilmeisesti kiinalaisvalmisteinen valmistuote. Käynnistysgeneraattorin oli valmistanut yhdysvaltalainen Texas Instruments Incorporated yritys. Orlan-10 UAV:n moottori ja sytytysmoduuli olivat japanilaisen SAITO yrityksen valmistamia. UAV:n ohjainjärjestelmä oli koottu useasta eri kaupallisesta mikropiiristä, jotka olivat kahden yhdysvaltalaisen ja yhden eurooppalaisen yrityksen valmistamia. Myös UAV:n lähetinvastaanotin oli rakennettu ulkomaisista komponenteista. [68; 69]

Inform Napalm sivuston julkaisussa on esitetty tarkkoja kuvia Orlan-10 UAV:n komponenteista. Kuvista käy ilmi eri komponenttien sarjanumerot ja merkinnät, joiden perusteella on nähtävissä komponenttien alkuperäiset valmistajat. Venäläisten valmistajien merkintöjä ei ku-

vien perusteella komponenteissa ole nähtävissä kahta poikkeusta lukuun ottamatta. Lähetinvastaa-
 taanottimen yhdestä vastaanotinpiiristä oli löytynyt venäläisen ImoTech yrityksen tarra, mutta
 lähetinvastaa-
 otin oli saksalaisen AnyLink yrityksen valmistama tuote [68]. Venäläinen Imo-
 Tech on elektroniikkakomponenttien hankkija ja maahantuoja [70]. GPS-moduulissa oli venä-
 läisvalmisteinen piirikortti yhdessä sveitsiläisen yrityksen valmistaman piirikortin kanssa [68].

Orlan-10 on Venäjällä käytössä laajasti eri tehtävissä. Perinteisten tiedustelutehtävien rinnalla
 sitä käytetään laajasti myös elektronisen sodankäynnin järjestelmien osana. Jane's uutisoi tam-
 mikuussa 2019, että Venäjä muodostaa uuden elektronisen sodankäynnin pataljoonan vuoden
 2019 loppuun mennessä Venäjän keskisen sotilaspiirin alueelle. Yksikön varustukseen on ra-
 portoitu sisältävän Orlan-10 miehittämättömiä ilma-aluksia, joita käytetään venäläisen
 RB-341V Leer-3 EW -järjestelmän osana. Leer-3 järjestelmässä käytettävät Orlan-10 UAV:t
 on varustettu muun muassa matkapuhelimien ja matkapuhelinverkkojen elektroniseen tiedus-
 teluun ja vaikuttamiseen tarkoitetuilla valetukiasemilla. Järjestelmäkokonaisuuden avulla kye-
 tään paikantamaan, tiedustelemaan ja häiritsemään puhelimen ja verkon käyttäjiä sekä lähettä-
 mään viestejä valetukiasemaan liittyneille käyttäjille. Yhdellä UAV:lla on mahdollista toteuttaa
 elektronista vaikuttamista ja tiedustelua kuuden kilometrin säteelle ilma-aluksesta. Yksi järjes-
 telmäkokonaisuus koostuu maa-asemasta ja kolmesta Orlan-10 UAV:stä. [71; 72] Leer-3
 EW -järjestelmä on otettu Venäjällä käyttöön vuonna 2015 [72, s. 17].

Tahion

Tahion on 1. luokan joka sään tiedustelu-UAV, joka on otettu operatiiviseen käyttöön vuonna
 2014. Sitä käytetään tiedusteluun, valvontaan ja viestiliikenteen releointiin. Tahion UAV on
 yksi Venäjän erikoisjoukkojen käyttämistä UAV:ista, joita ne ovat operoineet myös harjoituk-
 sissa. [52, s. 64; 58, s. 132-133] Tahion UAV:n siipien kärkiväli on noin 2 metriä ja UAV:n
 pituus on 0,61 metriä. Sen lentoonlätöpaino on 6,9 kilogrammaa ja se pystyy kantamaan noin
 1 kilogramman verran hyötykuormaa. Siinä on käytössä perinteiset kuvaussensorit. UAV:ssä
 on sähkömoottori ja sen lentonopeus on 120 km/h. Lentokorkeudeksi on ilmoitettu 4 000 met-
 riä, toiminta-ajaksi 2 tuntia ja toimintasäteeksi 120 kilometriä. [54]

ZALA 421

ZALA 421 tuoteperheeseen kuuluu useita erikokoisia taktisen tason miehittämättömiä ilma-
 aluksia. Lähdeaineiston perusteella näistä eniten käytettyjä ovat ZALA 421-08 ja ZALA 421-16
 UAV:t. ZALA 421-08 UAV on 1. luokan pieni, lyhyen kantaman, ISR-tehtäviin tarkoitettu
 UAV. Sen ensimmäinen versio julkistettiin vuonna 2007. Päivitetty 421-08M versio esiteltiin

vuonna 2013. 421-08M versioon parannettiin UAV:n kykyä toimia vaikeissa sääolosuhteissa, kuten alhaisessa lämpötilassa ja kovassa tuulessa. [55] ZALA 421-16 UAV on myös 1. luokan pieni, lyhyen kantaman, ISR-tehtäviin tarkoitettu UAV, mutta se on hieman isompi kuin 421-08 versio. ZALA 421-16 UAV esiteltiin julkisuuteen vuonna 2009 ja sen jälkeen siitä on valmistettu muutamia eri päivitettyjä versioita. ZALA 421-16 UAV kykenee myös päivitettyjen versioiden myötä toimimaan vaikeissa sääolosuhteissa. [56] Molempia UAV:ita, 421-08 ja 421-16, on tarkoitus käyttää myös arktisella alueella tiedustelu- ja valvontatehtäviin. Niiden etuna arktisella alueella toimimiseen on kerrottu olevan paikannusjärjestelmä, joka ei ole riippuvainen satelliittiyhteyksistä. [73]

Zastava

Venäjä valmistaa tai kokoonpanee lisenssillä israelilaista Bird Eye 400 UAV:tä, jota nimitetään Venäjällä nimellä Zastava. [32; 60] Zastava tai Bird Eye 400 UAV on pieni 1. luokan ja taktisen tason tiedustelu-UAV, joka on varustettu päivänvalo- ja lämpökameralla. Se voidaan lähettää lentoon kädestä heittämällä tai pienen katapultin avulla. UAV:hen on mahdollista ohjelmoida valmiiksi lentotiedot ja sen tuottamaa kuvaa on mahdollista seurata reaaliajassa. UAV:n pituus on 0,8 metriä ja siipien kärkiväliä on 2,2 metriä. Painoa UAV:llä on maksimissaan 5,8 kilogrammaa. Maksimilentokorkeus on noin 450 metriä ja sen maksimi lentonopeus on noin 100 km/h. Toimintasäde UAV:llä on noin 20 kilometriä. [57]

Vuosina 2014 ja 2015 Ukrainassa ammuttiin alas kaksi Zastava UAV:tä. Alasammuttuja Zastava UAV:ita analysoitiin muun muassa Inform Napalm sivuston artikkelissa. Artikkelissa käytettiin Ukrainan rajavartioston julkaisemia kuvia kyseisistä Zastava UAV:istä. Artikkelin ja julkaistujen kuvien perusteella Zastava UAV:t valmistetaan Venäjällä, mutta ne pitävät sisällään hyvin paljon israelilaisten valmistamia komponentteja, kuten akkuja ja antennoja. UAV:ssä oli ollut myös englanninkielisiä tekstejä ja muun muassa kamerassa oli IAI:n logo. [74] Tämän perusteella voidaan päätellä, että Venäjän ja Israelin välinen lisenssisopimus on tarkoittanut sitä, että UAV-komponentit toimitetaan kokonaisina Venäjälle, jossa kokoonpano suoritetaan. Lisenssisopimus ei siis tässä tapauksessa ole tarkoittanut esimerkiksi sitä, että näiden UAV-komponenttien valmistaminen olisi siirtynyt Venäjälle.

3.3. Miehittämättömien ilma-aluksien käyttö Venäjän asevoimissa

Kuten yhtenä asevoimien reformin tavoitteena oli, korostuu Venäjän asevoimien toiminnassa voimakkaasti jatkuva valmius ja nopeus [33; 75]. Näiden toteutuminen vaatii onnistumista mo-

nilla eri osa-alueille, mutta keskeisinä osa-alueina ovat erityisesti tiedustelun ja tilannetietoisuuden onnistuminen. Tämän onnistumiseksi Venäjä käyttäneen ja pyrkii edelleen käyttämään aktiivisemmin erilaisia tiedustelun ja tilannetietoisuuden muodostamisen keinoja, kuten miehittämättömiä ilma-aluksia ja niiden tuottamaa informaatiota.

Vuoden 2016 loppupuolella Yhdysvaltojen maavoimien alaisen Asymmetric Warfare Group:n laatimassa käsikirjassa tarkastellaan Venäjän sodankäynnin muutoksia taktiikoissa, tekniikoissa ja käyttöperiaatteissa. Laaditussa käsikirjassa nostetaan esille Venäjän valmius yhdistää pitkäaikaiset sodankäynnin vahvuudet, kuten tykistö ja ilmatorjunta, uusien sodankäynnin teknologioiden ja taktiikoiden kanssa. Yhtenä keskeisenä nousevana vahvuutena Venäjän sodankäynnissä nähdään miehittämättömien ilma-aluksien hyödyntäminen. [76]

Venäjän on havaittu käyttävän erilaisia UAV:itä aina sotilaallisista korkean lentokorkeuden UAV:istä matalan lentokorkeuden kaupallisiin multikoptereihin. Keskeisin käyttötarkoitus UAV:illä on nähty olleen ISR-tehtävät, mutta niitä on myös hyödynnetty elektronisen sodankäynnin lavetteina esimerkiksi signaalitiedustelussa ja elektronisessa häirinnässä. UAV:itä on käytetty myös viestintään ja hyökkäyksellisiin operaatioihin. [76; 77, s. 131] Venäjä on harjoitellut UAV:iden käyttöä erilaisissa toimintaympäristöissä ja sääolosuhteissa, kuten arktisella alueella, Armeniassa ja Tadžikistanissa ja myös muissa naapurivaltioissa. [77, s. 131] UAV:iden käyttö nähdään yhtenä tärkeänä osana Venäjän maalittamissykliä. UAV:itä on käytetty erityisesti tykistötulen vaikutuksen arviointiin ja maalitietojen päivittämiseen. [76]

Miehittämättömien ilma-aluksien käyttö tiedustelutehtäviin nopeuttaa tiedustelutiedon saamista verrattuna esimerkiksi maanpinnalta toteutettavaan erikoisjoukkojen tiedusteluun, koska ne voidaan lennättää nopeasti tiedusteltavalle alueelle. Myös miehitettyihin ilma-aluksiin verrattuna taktisen tason UAV:illä kyetään lentämään hitaammin ja kauemmin saman alueen yllä, jolloin tiedustelutiedon tarkkuus, määrä ja luotettavuus lisääntyvät. Taktisen tason UAV:iden pieni koko mahdollistaa myös niiden operoinnin vihollisen ilmatorjunnan vaikutuspiirissä paremmin kuin esimerkiksi isoilla miehitetyillä järjestelmillä, joihin ilmatorjunta pystyy vaikuttamaan koon puolesta helpommin. Se, että vihollisen vastatoimet UAV:ihiin eivät ole niin tehokkaita kuin miehitettyihin ilma-aluksiin ja että niiden menettämisen riski ei ole niin iso kuin miehitettyjen järjestelmien, mahdollistaa niiden nopean käyttämisen sellaisillakin kohdealueilla, joiden ilmapuolustuksen kykyä ei ole etukäteen tiedossa. Miehittämättömien ilma-aluksien käyttäminen halutulla suunnalla ja kohdealueella on siten nopeampaa ja joustavampaa, kuin muiden järjestelmien.

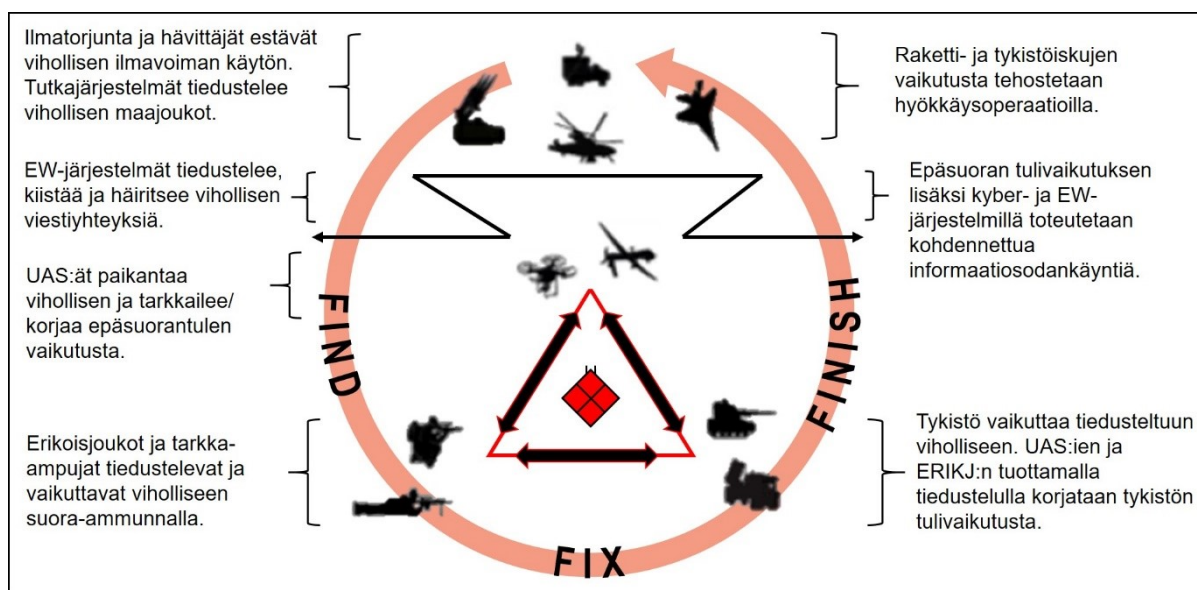
Informaatiosodankäynti on ollut osa Venäjän sodankäyntiä jo Suuresta isänmaallisesta sodasta, mikä on venäläinen nimitys toiselle maailmansodalle. Tuolloin kovaaäänisistä jaettiin propagandaa vastustajan kielellä ja lennätettiin lentolehtisiä. Tämänkaltaisen vaikuttaminen on yhä valitseva, mutta keinovalikoima sen toteuttamiseen on laajentunut. Venäjän asevoimilla on käytössä UAV:itä, joiden hyötykuormana on valetukiasemia. Näiden avulla lähetetään vastustajan matkapuhelimiin muun muassa räätälöityjä ja yksilöllisiä propagandaviestejä, joilla yritetään vaikuttaa vastustajan moraaliin. Valetukiasemallisia UAV:itä on käytetty informatiovaikuttamiseen Syyriassa, jossa venäläisten upseerien mukaan on onnistuttu tehokkaasti. [75, s. 6, 9]

Informatioylivoima korostuu nykyaikaisessa venäläisessä sodankäynnissä. Vihollisen syvyyteen saatettava maavoimien yhteinen tulenkäyttö ja liikkuva tulenjohto vaativat onnistuakseen maalittamiskykyisiä joukkoja ja järjestelmiä, kuten miehittämättömiä ilma-aluksia. Miehittämättömien ilma-alusten käytöllä on mahdollista kasvattaa maalittamiskyvyn toimintasädettä ja nopeutta sekä lisätä maastoutettujen ja naamioitujen kohteiden paljastettavuutta, kun hyödynnetään uusia kuvantamismenetelmiä. [78]. Tämä on yksi keskeisistä miehittämättömien ilma-aluksien käyttökohteista Venäjän asevoimissa ja erityisesti tykistöjoukoissa, joissa UAV:itä käytetään laajasti.

Venäjän maavoimat käyttävät UAV:itä laajamittaisesti tykistön kohteiden tiedusteluun ja paikantamiseen sekä jälkitiedusteluun ja tulenkorjaamiseen. Venäjällä on useita tähän tehtävään soveltuvia UAV:itä, kuten Granat, Eleron, Tahion, Orlan ja Zastava UAV:t. UAV:iden määrällinen kasvu on näkynyt erityisesti tykistön käyttöön sijoitetuissa UAV:issa. Taktisen tason UAV:t soveltuvat toimintamatkansa puolesta hyvin tykistön kohteiden maalittamiseen. [51, s. 241, 371; 79] UAV:iden käyttö on nykyisin jatkuvaa tykistön harjoituksissa. Venäjä on testannut myös automaattista tykistötulen korjaamista, joka toteutettaisiin UAV:illä. Tämän avulla olisi mahdollista toteuttaa tarkempaa vaikuttamista vähemmällä ammusmäärällä, kuin aikaisemmin. [30, s. 12; 51, s. 241]

Venäjä on liittänyt UAV:t osaksi heidän maalittamissykliä, joka muodostuu Yhdysvaltojen maavoimien tulkinnan mukaan kolmesta osasta: find, fix ja finish (kuva 1). Maalittamissyklissä korostuu useiden eri sensorien ja miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien yhteiskäyttö, joiden avulla maalitetaan viholliskohteita asevaikutusta toteuttaville yksiköille. [76, s. 12–13] UAV:iden käyttö esimerkiksi Ukrainassa lisäsi tykistön tulenvaikutusta ja tehokkuutta perinteisillä tykistöammuksilla. Ohjautuvien ammuksien käyttö ei ollut tarpeen, kun UAV:illä kyettiin tuottamaan maalitietoa ja tulivaikutusta kyettiin korjaamaan lähes reaaliajassa. UAV:iden

käyttö vihollislinjan yllä tulivaikutuksen tiedusteluun oli riittävä, eikä henkilöstöä tarvinnut riskeerata tähän tehtävään. [80, s. 49]



Kuva 1. Yhdysvaltojen maavoimien tulkinta Venäjän asevoimien maalittamissyklistä [76, s. 13]

Venäjän maavoimat on muodostanut jokaisen prikaatin sisälle oman UAV-komppanian, joka toteuttaa UAV:iden käytön prikaatin tarpeiden mukaisesti. UAV-komppaniat on jaettu pienemmiksi UAV-joukkueiksi niissä operoitavien UAV:iden käyttötarkoituksen mukaisesti. Esimerkiksi yksi joukkue käyttää erittäin lyhyen kantaman Granat-1 UAV:tä ja yksi joukkue operoi lyhyen kantaman Orlan-10 ja Eleron-3 UAV:itä. [81, s. 8]

Venäjä on panostanut UAV-operaattoreiden ja UAV-henkilöstön koulutusjärjestelmiin, jotka luotiin vuosina 2012–2013 [82]. Venäjän asevoimissa UAV-operaattoreina on toiminut pääsääntöisesti sopimussotilaat, joiden koulutus on keskitetty Venäjällä lähellä Moskovaa sijaitsevaan koulutuskeskukseen. [81, s. 8] Venäjä on kuitenkin käynnistänyt upseerikoulutuksen, jossa tullaan kouluttamaan upseereita myös UAV-tehtäviin ja he tulevat toimimaan myös operaattoreiden tehtävissä ainakin vaativampien tehtävien osalta [51, s. 372]. Vuodesta 2013 alkaen Venäjällä on koulutettu tähän asti yhteensä noin 4 000 henkilöä UAV-tehtäviin. Haasteena on kuitenkin ollut henkilöstön sitouttaminen, mikä on aiheuttanut suurta henkilöstövaihtuvuutta UAV-yksiköissä. Myös valintakriteereissä on ollut haasteita, jonka takia on ollut vaikeaa valita oikeanlaisia henkilöitä operaattoreiksi, insinööreiksi ja muihin teknisiin tehtäviin. Venäjä on käynnistänyt koulutusjärjestelmän kehittämisen, joka pyrkii vastaamaan näihin haasteisiin. Koulutusjärjestelmän kehittämällä pyritään myös parantamaan miehittämättömien ilma-aluksien käytön tehokkuutta. [82]

Venäjän miehittämättömät ilma-alukset ovat pääasiassa sijoitettu maavoimiin ja heidän käyttöönsä, mutta niiden käyttö on kasvamassa myös merivoimissa ja strategisissa ohjusjoukoissa. Jokaiseen maavoimien panssari- ja jalkaväkiprikaatiin on muodostettu erillisiä UAV-komppanioita. Maavoimien esikunnassa, armeijakunnissa ja prikaateissa on nyt UAV-komppanioita miehittämättömien ilma-aluksien käyttämistä varten. UAV:t ovat olleet myös isossa roolissa jokaisessa suuressa sotaharjoituksessa. [30] Maavoimien ohella Venäjän merivoimat käyttävät myös miehittämättömiä ilma-aluksia. Merivoimien rannikkopataljoonilla on käytössä Forpost ja Orlan-10 UAV:itä. Niitä käytetään maa- ja merimaalien tunnistamiseen ja laivaston tykki- ja ohjusjärjestelmien tulivaikutuksen tarkkailuun ja korjaamiseen. [30, s. 23] Myös Venäjän erikoisjoukot ovat ottaneet miehittämättömät ilma-alukset käyttöönsä. Erikoisjoukoilla on käytössä ainakin Granat-4, Eleron-3, Grusha ja Orlan-10 UAV:itä, joita käytetään ISTAR toimintaan ja operaatioalueen tarkkailuun [83].

Operatiivisessa käytössä olevat UAV:t on jaettu Venäjän eri sotilaspiireihin kohtalaisen tasaisesti. Orlan-10 UAV:t ovat käytössä jokaisessa sotilaspiirissä, mutta Forpost UAV:t ovat keskitetty pääasiassa keskisen ja eteläisen sotilaspiirin alueille. Keskisellä sotilaspiirillä on käytössä lähes kaikki eri UAV-mallit, joita Venäjällä on operatiivisessa käytössä. [77, s. 132–133] Keskinen sotilaspiiri onkin eräänlainen koulutuspiiri, jossa koulutetaan muun muassa uusia UAV-operaattoreita ja sotilaspiiriä käytetään myös tarpeen vaatiessa muiden sotilaspiirien vahventamiseen [34].

Venäjän voimakkaan UAV:iden kehittämisen yhtenä osana on kokemuksien saaminen niistä taisteluolosuhteissa ja erilaisissa toimintaympäristöissä. Esimerkiksi Syyriassa Venäjän asevoimat on käyttänyt lähes kaikkia niillä aktiivisessa käytössä olevia UAV:itä ja näiden lisäksi myös kehitysvaiheessa olevia UAV:itä ja UCAV:jä [84]. Venäjälle on nähtävästi hyvin tärkeää saada mahdollisimman aikaisessa vaiheessa kokemuksia uusien järjestelmien toimivuudesta niiden todellisissa toimintaympäristöissä. Syyriassa meneillään olevat sotatoimet ovat myös osaltaan mahdollistaneet tämänkaltaisen kokeilutoiminnan. UAV:iden käyttö taisteluolosuhteissa Syyriassa on antanut Venäjälle mahdollisuuden päättää ja tarkentaa UAV:iden jatkokehityksen suunnan [84].

Venäjä on käyttänyt päivittäin UAV:itä Syyriassa keskimäärin 60-70 lentosuoritteen verran [85 s. 11-7]. Syyrian operaation alkuvaiheessa vuonna 2015 UAV:illa toteutettiin noin 400 lentosuoritetta kuukaudessa. Vuonna 2017 sama luku oli jo noin 1 000 lentosuoritetta kuukaudessa. Syyrian operaation aikana Venäjä on lentänyt yhteensä noin 16 000 UAV-lentoa, jotka

ovat lentotunteina mitattuina noin 96 000 lentotuntia. [61] UAV suoritteiden määrää tarkasteltaessa voidaan todeta, että Venäjä on hyödyntänyt niiden uusia teknologioitaan laajasti ja luultavasti pyrkinyt saamaan mahdollisimman paljon käyttökokemuksia ja harjaantumaan niiden käytössä.

Venäjä on ottanut käyttöön myös kaupallisia ja harrastuskäytössäkin käytettyjä multikoptereita. Venäjä hankki vuonna 2019 kiinalaisvalmisteisia DJI Phantom -multikoptereita ainakin eteläisen sotilaspiirin käyttöön. Niitä on käytetty useissa eri harjoituksissa lähietäisyydeltä suoritettaviin tiedustelu- ja maalinosoitustehtäviin. [49; 86] Tämänkaltaisia multikoptereita käytetään luultavasti erikoisjoukkotoiminnassa, jossa kevyiden, pienien ja hankalasti havaittavien multikoptereiden käyttö on eduksi toiminnan luonteeseen nähden.

Venäläisiä UAV:itä käytettiin Ukrainassa Donbassin alueella usealla eri käyttötarkoituksella ja -periaatteilla. Osaa UAV:istä käytettiin pienillä ja osaa suurilla toiminta-alueilla. Myös UAV:iden sensorikalustossa oli huomattavia eroja. Pitkän kantaman ja korkean lentokorkeuden omaavia UAV:itä käytettiin raja- ja rannikkoalueen valvontaan sekä Ukrainan joukkojen ryhmitysten tiedusteluun. Keskipitkän kantaman omaavia UAV:itä käytettiin kohteiden maalinosoitukseen ja tulivaikutuksen korjaamiseen muun muassa raketinheittimistölle. Nämä UAV:t toimivat suorassa yhteydessä raketinheittimistön kanssa, jolloin tiedustelun ja vaikuttamisen välinen aika oli vain noin 15 minuuttia. Myös joitain lyhyenkantaman UAV:itä käytettiin maalitiedon tuottamiseen raketinheittimistölle. Ukrainassa käytettiin myös lyhyenkantaman multikoptereita kohteiden tiedusteluun ja tuli-iskujen jälkitiedusteluun. [87, s. 13-14]

Täyttä varmuutta siitä, että UAV:t olisivat kyenneet maalittamaan kohteen ja tulivaikutus olisi seurannut tätä 15 minuutin kuluttua, ei voida kuitenkaan sanoa. Vaikka havaintoja on ollut useasta UAV:stä juuri ennen alueelle kohdistuneita tuli-iskuja [87, s. 14], ei voida täysin varmasti sanoa, että UAV:t olisivat tuottaneet juuri nämä maalitiedot. On mahdollista, että kohteet olivat jo valmiiksi tiedusteltu ja maalitettu, ja UAV:t olivat alueella vain varmistamassa, että kohteet ovat edelleen ennalta määritetyissä pisteissä. Vaihtoehtoisesti UAV:itä on voitu käyttää vain tulivaikutuksen valvontaan ja mahdollisesti tulen korjaamiseen, jolloin ne ovat vain saapuneet alueella ennen suunniteltuja iskuja.

Ukrainan kriisin havainnoista on ollut nähtävissä, että massiivisia tuli-iskuja on edeltänyt paljon erilaisia valmistelutoimia, kuten UAV:iden lentoreittien suunnittelua ja ryhmitysmuutoksia. Tämä on myös nähty venäläisten järjestelmien heikkoutena. Järjestelmät eivät ole mahdollista-

neet reagointia nopeaan tilannekehitykseen alueilla, joille valmisteluja ei ole tehty. Myös liikkuvien maalien tiedustelu UAV:illä ja tämän perusteella vaikuttaminen niihin on ollut hankalaa. [87, s. 15] Myös tämä tieto puoltaa sitä arviota, että Ukrainassa käytetyillä venäläisillä asejärjestelmillä ei olisi kyetty toteuttamaan asevaikutusta lähes reaaliaikaisesti UAV:iden tuottaman maalinosoitustiedon pohjalta.

Venäläisiä UAV:itä on tietävästi käytetty Ukrainassa pareina, joissa ne ovat lentäneet porrastetusti eri lentotasoilla. Toinen UAV on lentänyt matalalla ja toinen on lentänyt tätä korkeammalla. Tällä on pyritty siihen, että vihollinen havaitsee ja pyrkii ampumaan matalalla lentävää UAV:tä, jolloin he samanaikaisesti paljastavat itsensä korkeammalla lentävälle UAV:lle. [88] Matalaa lentävää UAV:tä on näin ollen käytetty syöttinä. Tämä voi osoittaa sen, että venäläisvalmisteisten UAV:iden sensorien tiedustelukyky ei ole kyennyt tiedustelemaan viholliskohteita riittävällä tarkkuudella tilanteissa, joissa vastustajat eivät ole paljastaneet itseään. Ukrainassa UAV:t ovat tyypillisesti toimineet alle 1500 metrin korkeudella [89]. Tämä voi tarkoittaa sitä, että sensorien erottelukyky ei ole mahdollistanut tätä korkeammalla operointia.

Orlan-10 UAV:tä käytetään yleisesti juuri kahden tai kolmen UAV:n kokonaisuutena, mikä voi myös selittää edellä kuvattua toimintatapaa. Orlan-10 UAS kokonaisuuteen kuuluva maa-asema kykenee ohjaamaan samanaikaisesti neljää UAV:tä. [46, s. 364] Operoitaessa samanaikaisesti kolmella Orlan-10 UAV:llä, ensimmäinen UAV toteuttaa tiedustelua noin 1 000 - 1 500 metrin korkeudesta. Toinen UAV on varustettu elektronisen sodankäynnin hyötykuormilla ja se lentää ensimmäistä korkeammalla. Kolmas UAV lentää noin 4 000 - 4 500 metrin korkeudessa ja se välittää ensimmäisen UAV:n kuvaa maa-asemalle. [64]

3.4. Tunnistetut kehittämistarpeet

Miehittämättömät taisteluilma-alukset. Venäjä on onnistunut kohtalaisen nopeasti saavuttamaan länsimaiden teknologisen etumatkan taktisen ja operatiivisen tason miehittämättömän ilmailun saralla. Venäjä on käytännössä luonut nykymuotoisen UAV-kaluston vajaassa kymmenessä vuodessa ja ehtinyt tänä aikana myös saamaan kokemusta järjestelmien toiminnasta eri toimintaympäristöissä ja operaatioissa. Miehittämättömiä taisteluilma-aluksia Venäjä ei ole kuitenkaan vielä saanut asevoimien käyttöön. UCAV:iden kehittäminen on kuitenkin parhailaan käynnissä ja niiden kehitystyö on ainakin tiedotteiden ja medianäkyvyyden perusteella saanut korkeat odotukset. UCAV:iden kehitys onkin asetettu korkealle prioriteetille käynnissä olevassa asevarusteluohjelmassa GPV2027:ssä [90, s. 177]. UCAV:iden kehittäminen on ra-

portoitu olevan tärkein miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien kehityskohde Venäjällä [91, s. 177]. Tämän kehityskohteen on nostanut esille myös Venäjän puolustusministeri Sergei Šoigu [92].

Tiedustelutiedon hankinta ja käytettävyys. Neuvostoliiton ja Venäjän asevoimilla on ollut haasteita johtamisessa, johtamisjärjestelmien luotettavuudessa ja tilannetietoisuuden muodostamisessa, mikä näkyi erityisesti toimittaessa tuntemattomalla alueella. Tämä nähtiin myös Venäjän ja Georgian välisessä sodassa, jossa venäläisillä joukoilla oli vaikeuksia tilannetietoisuuden muodostamisessa, johtamisjärjestelmissä ja joukkojen keskinäisessä koordinoinnissa. Asevoimien reformin ja asevoimien kehittämisen yhtenä tavoitteena olikin johtamisjärjestelmien uudelleen rakentaminen siten, että joukot ovat johdettavissa, koordinoitavissa ja tilannetietoisuus kyetään tuottamaan ja ylläpitämään paremmin. [30, s. 6]

Johtamisjärjestelmäkokonaisuuden kehittäminen nopean tiedustelutiedon hyödyntämiseksi on mahdollista ottamalla esimerkiksi miehittämättömät ilma-alukset laajamittaisesti asevoimien käyttöön taktisella ja operatiivisella tasolla. Nykyään miehittämättömät ilma-alukset ovat yksi nopeimmin kehittyvistä Venäjän asevoimien järjestelmistä. [30, s. 7] Venäjän presidentti Putin korosti jo vuonna 2016 tiedustelukyvyn kehittämistä Venäjän asevoimissa [85, s. 3-3]. UAV:iden tiedustelutiedon ja asevaikutusta suorittavien yksiköiden välinen tiedonkulku ja johtamisjärjestelmien integraatio on yksi keskeisimmistä kehittämistarpeista, mitä Venäjä tietävästi yrittää ratkaista. Kehityksestä on jo olemassa viitteitä, mutta tietävästi Venäjällä ei ole vielä kykyä välittää tätä tietoa suoraan reaaliajassa ampuville yksiköille.

Vostok 2018 sotaharjoituksessa Venäjä osoitti selvästi pyrkimyksen verkostokeskeiseen sodankäyntiin käyttämällä miehittämättömiä ilma-aluksia, kuten Orlan-10 ja Granat-4 UAV:itä, laajasti tykistökohteiden tiedusteluun, maalinosoitukseen ja tulen vaikutusten arviointiin [93]. Johtamisjärjestelmäkokonaisuuden ja UAV:iden integroinnin kehityksen osoituksena on se, että Syyriassa Venäjä kykeni välittämään reaaliaikaista Forpost UAV:n videokuvaa kohdealueelta Hmeimimin sotilastukikohdassa olleeseen esikuntaan ja Moskovassa olevaan johtokeskukseen. [30, s. 7] Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että tulivaikutusta toteuttavat yksiköt olisivat saaneet tätä dataa reaaliaikaisesti.

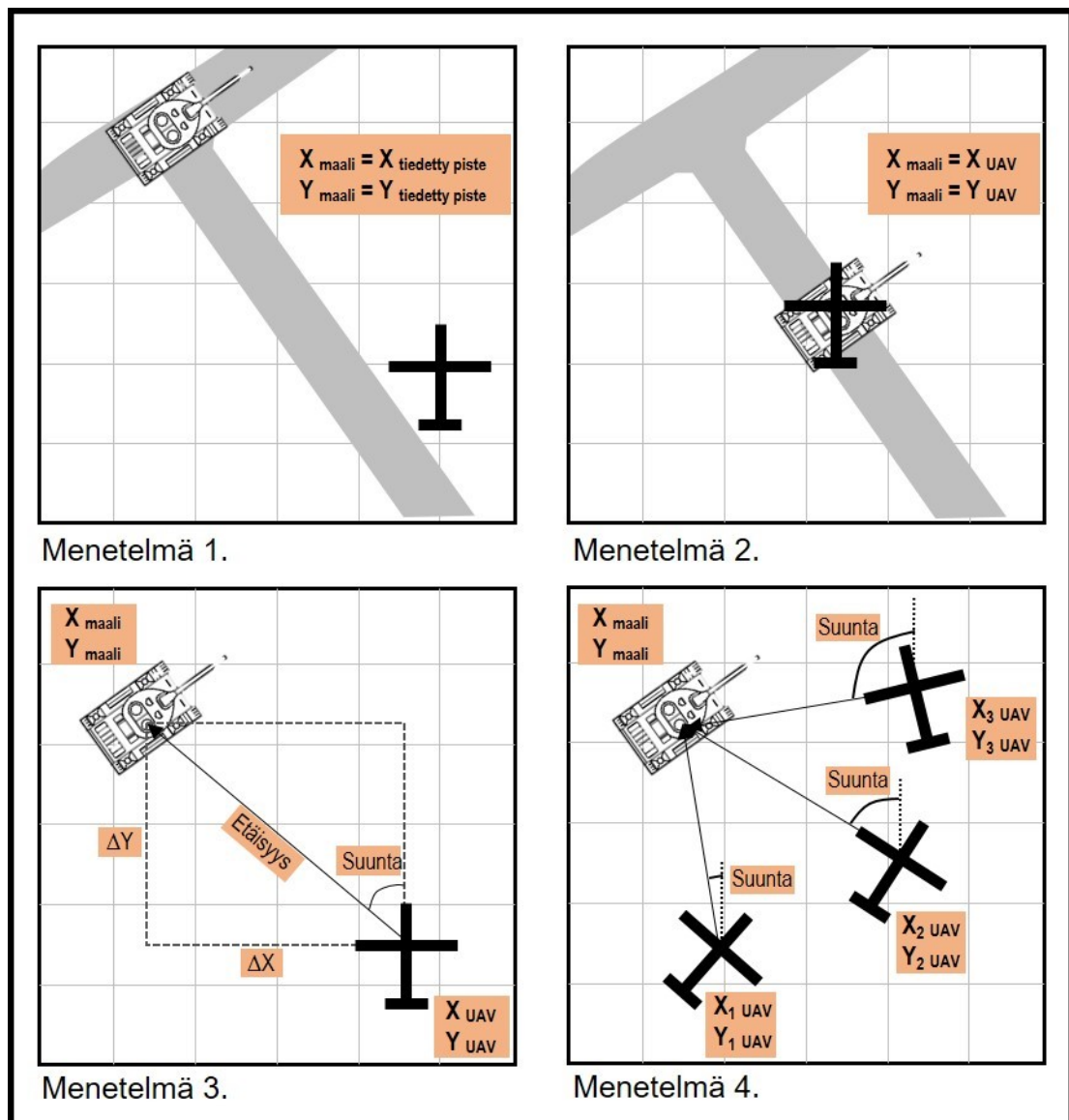
Venäjällä on tietävästi olemassa nykyään kyky toteuttaa reaaliaikaista ilmatiedustelua miehittämättömillä ilma-aluksilla [30]. Venäjän miehittämättömien ilma-aluksien kehityskulusta on kuitenkin ollut nähtävissä erilaisia mielipiteitä. Esimerkiksi vuonna 2015 julkaistussa artikkelissa kuvattiin Venäjän asevoimien kyvykkyyttä vuonna 2030, jolloin Venäjän asevoimilla olisi

kyky tarkkoihin raketti- ja tykistökeskityksiin miehittämättömien ilma-aluksien tuottaman maalitiedon avulla. Kyseisen artikkelin kirjoittajina toimi henkilöitä Yhdysvaltojen maavoimien strategisen tutkimuksen ryhmästä. [94] Vastaavasti tähän artikkeliin viitaten vuonna 2016 julkaistussa US Army War College:n vuosijulkaisussa todettiin, että Venäjän maavoimilla olisi jo olemassa tuo kyvykkyys. Julkaisussa todettiin myös, että länsimaissa ei kiinnitetä riittävästi huomiota Venäjän asevoimien kehityskulkuun. Venäjä on artikkelin mukaan saavuttamassa länsimaiden asevoimien kyvykkyyden ja Venäjän asevarustelua sekä niiden saamaa sotakokemuksia uusilla järjestelmillä ei pitäisi väheksyä. [95]

Tykistön ja muun epäsuorantulen tarvitseman tarkan tiedustelu- ja maalitiedon tuottaminen on ollut haastavaa Venäjän asevoimissa alueilla, joissa selkeitä maastonkohtia on harvassa ja joissa korkeuserot eivät mahdollista maasta toteutettavaa maalinosoitusta. Tämän johdosta Venäjä on ottanut laajasti miehittämättömät ilma-alukset käyttöönsä tämän tiedon tuottamiseksi. Esimerkiksi Orlan-10 UAV:t on liitetty orgaaniseksi osaksi kauaskantoisten asejärjestelmien yksiköitä. [81, s. 8]

Vuonna 2018 julkaistussa artikkelissa todetaan, että kaikkia rajapintoja UAV:iden ja johtamisjärjestelmien välillä ei ole vielä ratkaistu. Julkaisun mukaan UAV:illa ei kyetä tuottamaan viholliskohteen maalitietoja suoraan tulenjohtojärjestelmiin, vaan UAV-operaattori määrittää kohteen koordinaatit UAV:n sensorien tuottamasta datasta. Tämän jälkeen UAV-operaattori välittää nämä koordinaatit tulenjohtojärjestelmään. [81, s. 9] Tämä aiheuttaa viiveitä maalittamisen ja tulivaikutuksen välille, koska tiedon välittäminen vaatii ihmisen toimenpiteitä. Viiveet ovat ongelmallisia erityisesti liikkuvia kohteita vastaan, jolloin kohde ehtii liikkua pois maali-pisteestä ennen iskuja.

Samaisessa vuoden 2018 julkaisussa nostettiin esille myös se, että Venäjän UAV:iden sensorikyky ei mahdollista suoraan viholliskohteen paikkatiedon tuottamista, vaan operaattorit saavat ainoastaan UAV:n paikan tietoonsa. Tämän ja UAV:iden sensorien tuottaman datan perusteella on kuitenkin mahdollista selvittää viholliskohteen koordinaatit tuliyksiköille käytettäväksi, mutta se ei ole reaaliaikaista. [81, s. 10] Kuvassa 2 on esitetty vaihtoehtoisia menetelmiä kohteen paikkatiedon määrittämiseen UAV:n paikkatiedon ja sensorien tuottaman datan perusteella. Venäjän on arvioitu käyttävän tämänkaltaisia menetelmiä kohteiden maalittamiseen Orlan-10 ja Granat-1 UAV:illä [81, s. 10].



Kuva 2. Kohteen paikannusmenetelmät UAV:n paikkatiedon ja sensoreiden avulla [81, s. 10]

Viholliskohteen paikantamiseksi tykistölle ja epäsuorantulen yksiköille UAV:iden avulla on esitetty neljä vaihtoehtoista menetelmää, joita Venäjä on tietävästi käyttänyt. Menetelmässä 1 hyödynnetään olemassa olevaa kartta- ja paikkatietoaineistoa sekä UAV:n tuottamaa kuvaa, joihin sitoen pyritään selvittämään viholliskohteen koordinaatit. Tämä menetelmä on käyttökelpoinen niissä tilanteissa, joissa kohde on selkeässä maastonkohdassa, kuten risteyksessä tai muuten selkeästi paikannettavissa UAV:n tuottaman kuvan perusteella. Menetelmän heikkouksena on tilanteet, jolloin kohde ei ole tarkasti paikannettavissa vain UAV:n kuvaa käyttämällä. Paikannustarkkuus heikkenee sitä enemmän, mitä kauempaa tiedustelua toteutetaan. [81, s. 10]

Menetelmässä 2 viholliskohteen paikkatieto saadaan selville lennättämällä UAV kohteen yli, jolloin UAV:n oma paikkatieto on sama kuin kohteen koordinaatit. Kohteen koordinaattien

tarkkuus riippuu tällöin UAV:n paikannusjärjestelmän tarkkuudesta, sekä siitä millä korkeudella UAV lentää. [81, s. 10] Mitä korkeammalla UAV lentää kohteen yli, sitä enemmän tarkkuus heikkenee. Korkealla lennettäessä on vaikeampaa määrittää se hetki, jolloin UAV on juuri kohteen yllä, kuin matalalla lennettäessä. Tätä menetelmää käytettäessä UAV on erittäin altis vihollisen vastatoimille [81, s. 10]. Venäjä käyttänee tätä menetelmää erityisesti pimeällä, jolloin riski UAV:n havaituksi tulemiseen on merkittävästi pienempi kuin valoisaan aikaan [51, s. 376].

Menetelmien 1 ja 2 toteuttamiseen riittää hyvin yksinkertainen UAV, joka on varustettu tavanomaisella kameralla tai infrapunakameralla. Menetelmän 3 käyttäminen vaatii sen sijaan UAV:hen asennettavan laseretäisyysmittarin sekä vakautetun ja suuntatiedon tuottavan kuvausjärjestelmän. Siinä UAV:lla havaitaan viholliskohde ja sensori suunnataan siihen, jolloin järjestelmä tuottaa kohteen etäisyyden ja suunnan UAV:hen nähden. Näiden tietojen ja UAV:n paikkatiedon avulla on mahdollista laskennallisesti tuottaa kohteen paikkatieto. Tämänkaltaisen järjestelmän on suhteellisen tarkka, mutta sen tarkkuus riippuu UAV:n paikannusjärjestelmän ja käytettävien sensorien tarkkuudesta. Menetelmää käytettäessä laseretäisyysmittari luultavasti paljastaa UAV:n nykyaikaisille vihollisen valvontajärjestelmille, mitä voidaan pitää tämän menetelmän heikkoutena. Menetelmä on tehokas, mutta se vaatii teknisesti edistyneitä järjestelmiä. [81, s. 10] Venäjällä on tämänkaltaisia UAV:hen sijoitettavia elektro-optisia sensoreita, jotka pystyvät etäisyyden mittaamiseen ja suuntatiedon tuottamiseen [96].

Menetelmä 4 on edelliseen verrattuna passiivinen tiedustelumenetelmä, koska se ei vaadi etäisyyden mittaamista, mikä voisi paljastaa UAV:n. Menetelmä vaatii vakautettua ja suuntatiedon tuottavaa sensoritekniikkaa. Toimintatapa perustuu siihen, että UAV lentää kohdealueella ja ottaa samasta kohteesta usean, vähintään kahden, eri suuntatiedon omaan paikkaansa nähden. UAV:lla tuotetaan kohteeseen suunnattuja useita UAV:n paikkaan sidottuja suuntavektoreita, jotka yhdistämällä saadaan selville suuntavektorien leikkauskohta, jossa kohde sijaitsee. Tämän avulla saadaan selville kohteen paikkatieto. [81, s. 10] Menetelmän etuna on sen passiivisuus, jolloin vihollisen on vaikeampi havaita UAV:lla toteutettu kohdetiedustelu, kun UAV:n sensorit eivät lähetä kohteeseen sähkömagneettista säteilyä. Vaihtoehtoisesti tätä menetelmää voidaan toteuttaa myös usean UAV:n yhteistoiminnalla, jolloin jokaisella UAV:lla tuotetaan yksi suuntavektori. Tämän avulla on mahdollista saada kohteen koordinaatit nopeammin selville, kuin toteuttamalla tiedustelua vain yhdellä UAV:lla.

Yksikään edellä kuvatuista paikannusmenetelmistä ei kuitenkaan sovellu liikkuvien kohteiden maalittamiseen, mikäli paikannustietoa ei kyetä välittämään reaaliaikaisesti ampuville yksiköille. Jokaista menetelmää on mahdollista käyttää ohjautuville asejärjestelmille, mikäli UAV:hen on asennettu maalinosoituslaseri tai jos se voi välittää paikkatietoa suoraan asejärjestelmälle.

Tykistön ja UAV:iden välinen integraatio on ollut keskiössä UAV:iden ja johtamisjärjestelmien kehittämisessä [30]. Sitä se on myös mitä luultavammin edelleen. Venäjä on pyrkinyt kehittämään uusia järjestelmiä, joiden avulla se pyrkii minimoimaan tiedonkulun viiveet järjestelmisään. Yhtenä esimerkkinä tämänkaltaisesta järjestelmästä on Venäjällä kehitetty Strelets-johtamisjärjestelmä. Strelets on johtamisjärjestelmä, jonka avulla tiedustelutiedot, joukkojen ryhmitykset ja johtamistoiminta on yhdistetty samaan järjestelmään. Sen myötä Venäjä on kyennyt saamaan maalin paikantamisen ja siihen vaikuttavan asejärjestelmän välisen viiveen kolmesta neljään minuuttiin. [81, s. 11] UAV:llä toteutettavan tiedustelutiedon ja asevaikutusta toteuttavan yksikön välisen tiedonsiirron minimointi voidaan edelleen nähdä selkeäksi tavoiteltavaksi kehittämistarpeeksi Venäjän asevoimissa, koska reaaliaikaisuus mahdollistaa liikkuviin maaleihin vaikuttamisen.

Yhtenä kehityskohteena on tuotu esille myös muita järjestelmiä. Venäjä on kehittämässä ja varustamassa UAV-kalustoa uusilla datalinkkeillä, joiden avulla sen on mahdollista välittää UAV:iden tuottamaa tiedustelutietoa suoraan aselaveteille. Artikkelissa mainitaan erityisesti merivalvontakoneeseen asennettava datalinkki, jonka avulla se kykenisi saamaan UAV:iden tuottamaa maalitietoa vihollisen sukellusveneistä. Vuoden 2019 loppupuolelta olevassa IHS Jane's -uutistoimiston julkaisemassa artikkelissa nostetaan esille tämän asian yhteydessä Forpost UAV:n ja Tu-142 -lentokoneen välinen yhteys. Samaa tai samankaltaista järjestelmää tul-taisiin myös tulevaisuudessa käyttämään kehitteillä olevissa UCAV:ssä, Ohotnik-, Altius- ja Orion UCAV:ssä. [62]

Nykyisin käytettävillä miehittämättömillä ilma-alusjärjestelmillä ja niiden käytöllä Venäjä ei arvioiden mukaan kykene reaaliaikaiseen vaikuttamiseen [81, s. 9]. Tämän johdosta Venäjä ei tiettävästi vielä kykene vaikuttamaan liikkuviin kohteeseen, jotka olisi tiedusteltu ja maalitettu UAV:llä. Tämän kyvykkyyden saaminen käyttöön on luultavasti Venäjän yhtenä tavoitteena johtamisjärjestelmien integraatiossa ja uusien järjestelmien kehittämisessä, koska se lisäisi suorituskykyä ja UAV:iden käyttöpotentiaalia tilanteissa, joissa kohde liikkuu.

Hyötykuormat. Venäläisissä miehittämättömissä ilma-aluksissa käytettävät hyötykuormat ovat olleet pääasiassa elektro-optisia kuvaussensoreita tai elektroniseen sodankäyntiin tarkoitettuja järjestelmiä. Kuvaussensoreiden osalta pimeällä käytetään luultavasti yleisimmin lämpökameroita, kuin infrapunakameroita. Tutkatekniikkaa ei tiettävästi vielä ole hyödynnetty venäläisissä UAV:issä. [51, s. 376] Tutkien käyttö hyötykuormana on kuitenkin noussut esille muun muassa Forpost UAV:n osalta [61]. Vuoden 2018 alussa on uutisoitu, että Forpost UAV:hen oltaisiin asentamassa pienikokoinen tutka [97], mutta uutisoinnin jälkeen tästä ei ole tullut lisää tietoa. Tutkien lisääminen UAV:iden hyötykuormaksi on kuitenkin tavoitteena Venäjällä, sillä esimerkiksi venäläinen yritys Fazotron-NIIP on kehittämässä AESA-tutkia tulevaisuuden miehittämättömiin ilma-aluksiin [98]. Vuoden 2020 alussa uutisoitiin, että UAV:hen tarkoitetun pienikokoisen monitoimitutkan paino on saatu pienennettyä 45–50 kilogrammaan [99], mikä mahdollistaisi sen asentamisen esimerkiksi Forpost UAV:hen. Tavoitteena on kuitenkin saada lopullisen tutkan painoksi 5–7 kilogrammaa, jolloin sitä voitaisiin käyttää myös taktisen tason UAV:issä [99]. UAV:issä tutkatekniikan hyödyntäminen lisäisi merkittävästi tiedustelu- ja valvontakykyä erityisesti heikoissa valaistusolosuhteissa ja hankalissa sääolosuhteissa, kuten sumussa.

Kotimaisuus. Miehittämättömien ilma-aluksien nopean määrän kasvun mahdollisti oleellisesti kansainvälinen komponenttivalmistuksen kehittyminen ja se, että kaupallisia UAV-komponentteja oli saatavilla maailmalta [30, s. 9]. Esimerkiksi Venäjän yleisin UAV, Orlan-10, on valmistettu lähes ainoastaan ulkomailta tuoduista kaupallisista komponenteista [68]. Kotimaisuusasteen kasvattaminen on nähtävissä yhdeksi kehityskohteeksi, jota Venäjä tavoittelee. Tämä on nähtävissä käynnissä olevissa UAV-kehitysohjelmissa, kuten Forpost-M UAV:n osalta [61]. Kotimaisuusasteen kasvattaminen erityisesti käytettävien komponenttien ja osajärjestelmien osalta mahdollistaisi eri järjestelmien yhteensopivuuden paremmin, koska esimerkiksi kaikkia ulkomaisia tietoliikennejärjestelmiä ei voida luultavasti suoraan liittää osaksi venäläisiä tietoliikennejärjestelmiä. Tämä on ollut ongelmana ainakin Forpost UAV:n kanssa [62]. UAV-komponenttien kotimaisuusasteen kasvattamisen lisäisi Venäjän omavaraisuutta eikä Venäjä ei olisi riippuvainen ulkomaisten komponenttivalmistajien toimituskyvystä, varsinkin kun otetaan huomioon länsimaiden Venäjälle asettamat kaupparajoitteet ja sanktiot.

4. VENÄJÄN MIEHITTÄMÄTTÖMIEN ILMA-ALUSJÄRJESTELMIEN KEHITYKSEN TILA

Vuoden 2017 loppupuolella Venäjän asevoimien yleisesikuntapäällikkö, kenraali Valeri Gerasimov, kertoi Venäjän puolustusministeriön tilaisuudessa Venäjän asevoimien kehityksen tilasta. Asevoimien kehityksen tavoitteena oli ollut ennen kaikkea varustaa joukkoja moderneilla aseilla ja järjestelmillä. Yhtenä kokonaisuutena hän nosti esille Venäjän läpimurrollisen kehityksen miehittämättömien ilma-aluksien suhteen. Hän vertasi vuoden 2012 tilannetta, jolloin Venäjällä oli käytännössä kyky toteuttaa tiedustelutoimintaa pienellä määrällä UAV:itä vain valoisaan aikaan ja vain noin 10 kilometrin säteellä, nykyiseen tilanteeseen. Vuoteen 2017 mennessä Venäjän asevoimat oli saanut käyttöön noin 1 800 uutta UAV:tä, joilla pystyttiin toimimaan jopa 500 kilometrin toimintaetäisyyksille ja toteuttamaan tiedustelua, maalinosoitusta ja elektronista sodankäyntiä. Hän totesi, että Venäjän UAV-kaluston tiedustelukyky on noussut tänä aikana 15-kertaisesti. Gerasimovin mukaan Venäjän kotimainen UAV-tuotanto on yhä kehittämässä uusia järjestelmiä ja tulevaisuudessa Venäjän asevoimat tulevat saamaan käyttöön UAV:itä, joiden toimintasäde tulee olemaan jopa 3 000 kilometriä. [100] Gerasimov totesi myös, että UAV:t ovat todiste tulevaisuuden monikäyttöisistä järjestelmistä, joilla voidaan samanaikaisesti tiedustella viholliskohteita ja vaikuttaa niihin [85, s. 10-9].

Miehittämättömien ilma-aluksien lisääntyminen ja niiden nykyaikaisuus on lisännyt merkittävästi Venäjän asevoimien tiedustelukykyä, mikä mahdollistaa yhä nopeamman reagoinnin ja päätöksenteon [85, s. 2-1]. Tämän hyödyntäminen ja edelleen tämän kyvykkyyden kehittäminen on nähtävästi yksi miehittämättömien ilma-aluksien kehitystyön tavoitteista Venäjän asevoimissa. Venäläisen sotakorkeakoulun entinen rehtori, kenraali Mahmut Gareev, on kirjoittanut, että hänen näkemyksensä mukaan nykyaikaisessa sodankuvassa painottuu tiedustelukyky ja tulivaikutus. Venäjän miehittämättömien ilma-aluksien kehitys on johtamassa juuri näihin perimmäisiin tarpeisiin. [85, s. 2-9] Tiedustelukyvykkyyden rinnalla Venäjä tavoittelee myös aseistettujen miehittämättömien ilma-aluksien saamista asevoimien operatiiviseen käyttöön [91, s. 177].

4.1. Venäjän asevoimien kehittämisohjelmien tavoitteet

Venäjän puolustusministeriö on alkanut vahvistaa Venäjän omaa tutkimus ja kehittämistoimintaa. Neuvostoliiton aikainen tietämys ja kehityshankkeet on käytetty loppuun, joten uusille hankkeille on nähty tarvetta. Marraskuussa 2012 perustettu Venäjän puolustusministeriön robotteknologian tutkimus- ja kehittämiskeskus (Main Research and Testing Centre for Robot

Technology) harjoittaa laajaa sotilasrobotiikan sovellustutkimusta. Tutkimus ja kehittämistoiminnan ja Syyriassa saatujen taistelukokemusten avulla Venäjä on saavuttanut huomattavaa edistystä miehittämättömien ilma-aluksien kehittämisessä. Venäjän puolustusministeriön mukaan heillä olisi vuonna 2018 ollut käytössään yli 2 000 UAV:tä. Venäjällä ei kuitenkaan tuolloin ollut yhtään aseistettuja UCAV:ä, mutta ne on nostettu tärkeäksi kehityskohteeksi Venäjällä. [91, s. 177]

Venäjä toteuttaa asevarusteluaan valtiollisilla asevarusteluohjelmilla (Gosudarstvennaja Programma Vooruženija, GPV), jotka julkaistaan viiden vuoden välein. Valtiolliset asevarusteluohjelmat ovat salaisia, joten kaikkia yksityiskohtia niistä ei tiedetä. Niissä kuvataan asevarustelun rahoitus ja tavoitteet kymmenen vuoden ajalle. Kymmenen vuoden periodin jälkimmäiset viisi vuotta ovat alustavia suunnitelmia, joita tarkennetaan seuraavalla GPV:llä. Tällä hetkellä käynnissä oleva asevarusteluohjelma on laadittu vuosille 2017–2027 (GPV2027). Alun perin GPV2025:n piti olla GPV2020:tä seuraava asevarusteluohjelma, mutta sitä viivästettiin suunnitteluhetkellä olleen epävakaa taloudellisen tilanteen takia, kunnes vuonna 2017 päädyttiin laatimaan GPV2027. [90, s. 177]

Asevarusteluohjelma GPV2020 ja erityisesti sen viimeisen viiden vuoden yhtenä päätavoitteena oli kehittää Venäjän UAV-kykyä laajamittaisesti. GPV2020-ohjelman tavoitteena oli UAV-tuotannon osalta saavuttaa vuoden 2020 loppuun mennessä 4 000 UAV:n määrä. [9, s. 6] Vuonna 2016 Venäjällä oli käytössä noin 2 000 UAV:tä [8]. Vuosien 2016 ja 2017 aikana Venäjän UAV määrä kasvoi noin 450 UAV:llä [30, s. 8]. Vuonna 2018 asevoimille luovutettiin noin 300 UAV:tä. Arvioiden mukaan myös vuonna 2019 Venäjä on saanut käyttöön 300 uutta UAV:tä. [9, s. 6] Näin ollen vuoden 2020 alkaessa Venäjän UAV määrä olisi noin 3050 UAV:tä, mikä on vielä tavoiteltavasta 4 000 UAV:n määrästä kohtalaisen kaukana. Tarkasteltaessa Venäjän asevoimien UAV-tilannetta kuitenkin kokonaisuutena ja ottamalla huomioon 2010-luvun alun tilanteen voidaan todeta, että UAV:iden määrä on kasvanut nopeasti lyhyessä ajassa.

Venäjän uudella asevarusteluohjelmalla, GPV2027:llä, on paremmat lähtökohdat kuin aikaisemmalla asevarusteluohjelmalla GPV2020:llä, koska edellisen asevarusteluohjelman aikana Venäjä on joutunut luomaan teollisuudelle pohjaa uusien teknologioiden hyödyntämiseksi. Tässä Venäjä on myös onnistunut ja tämän lisäksi kokemukset Ukrainasta ja Syyriasta ovat hyödyttäneet asevarustelun painopisteiden määrittämisessä. Miehittämättömät ilma-alukset ovat myös uudessa GPV2027:ssä yhtenä painopistealueena, kuten ovat myös robotisoidut hyök-

käysjärjestelmät sekä viesti-, tiedustelu- ja johtamisjärjestelmät. GPV2027:n teemana on kotimaisen teknologiateollisuuden innovatiiviset älyaseet uhkien kustannustehokkaalle torjumiselle. [101]

GPV2020-asevarusteluohjelmassa miehittämättömät ilma-alukset olivat yksi tärkeimmistä Venäjän asevoimien kehittämisen kohteina olevista järjestelmistä [45, s. 152]. Miehittämättömät ilma-alukset ovat edelleen keskiössä Venäjän asevoimien kehittämisessä ja tahtotila niiden saamisesta käyttöön yhä laajemmin on nähtävissä myös GPV2027:ssä. Military Balance 2018 julkaisun mukaan GPV2027:n tärkein tavoite miehittämättömien ilma-aluksien osalta on aseistettujen miehittämättömien ilma-aluksien kehitystyö [91]. GPV2027 painottaa myös tykistön kehittämistä uusilla asejärjestelmäratkaisulla, kuten digitaalisella suuntauksella ja maalittamisen kehittämisellä. Tavoitteena on automaattisen johtamisjärjestelmän luominen kohdetiedustelun ja tulivaikutuksen välille. Tämän tavoitteen tärkeänä osana on ISTAR-kykyisten UAV:iden kehittäminen, joilla asevoimat kykenisi tuottamaan maalitietoa erityisesti raskaalle rakentintimistölle. [102, s. 25] Automaattinen johtamisjärjestelmä tulenkäytön joukkojen ja ISTAR-kykyisten UAV:iden välillä mahdollistaisi nopean ja joustavan tulenkäytön tunnistettuihin maalihin, koska tällöin maalinosoitustieto välittyisi suoraan ampuville yksiköille. UAV-operaattori ei tällöin tarvitsisi siirtää UAV:n tuottamaa maalinosoitustietoa eri järjestelmien välillä, vaan tieto välittyisi reaaliajassa UAV-operaattorin lisäksi myös tulenkäytön hyödynnettäväksi.

Venäjän asevoimien yleisesikuntapäällikkö Valeri Gerasimov piti vuonna 2018 puheen Venäjän yleisesikunta-akatemialle, jossa hän nosti esille, että UAV-yksiköitä tullaan perustamaan osaksi jokaista taisteluyksikköä. Puheessa hän myös korosti, että UAV:iden kehittämisen myötä on mahdollista saavuttaa tehokkaampaa ase- ja tulivaikutusta viholliskohteeseen. UAV:iden kehitystyö oli vuonna 2018 Gerasimovin mukaan loppusuoralla. Uusien UAV-järjestelmien käyttöönoton jälkeen on hänen mukaansa niillä mahdollista toteuttaa niin tiedustelu kuin hyökkäystehtäviä. UAV:iden käyttö tulee jatkossa korostumaan tilanteissa, joissa miehitettyjen järjestelmien käyttö olisi haastavaa tai vähemmän tehokasta. [103] Tällä viimeisellä lauseella Gerasimov luultavasti tarkoittaa tilanteita, joissa riski kalliimpien tai miehitettyjen järjestelmien menettämiselle on olemassa tai tilanteita, joissa kohteen lähelle pyritään pääsemään vihollisen huomaamatta. Tämänkaltaisia tilanteita ovat esimerkiksi toimiminen vihollisen vahvan ilmapuolustuksen vaikutuspiirissä tai viholliskohteen ilmatiedustelu syvällä vihollisen alueella, koska UAV:ihin vaikuttaminen ja niiden havaitseminen on vaikeampaa kuin kookkaiden miehitettyjen järjestelmien.

4.2. Miehittämättömien ilma-aluksien kehitysnäkymät Venäjän asevoimissa

Miehittämättömät taisteluilma-alukset

2020-luvulle tultaessa miehittämättömiä taisteluilma-aluksia on maailmassa 38:lla eri valtiolla. Näistä 28 eri valtiota on itse kehittänyt UCAV:jä ja 11 eri valtiota on käyttänyt niitä sotatoimissa. [39] Nyt myös Venäjä on nousemassa yhdeksi aseistettuja miehittämättömiä ilma-aluksia omaaviksi valtioiksi, sillä raskaat aseistetut UCAV:t ovat Venäjän asevoimien kehitysohjelmien keskeisimpiä kohteita. Niiden käyttöön saaminen lähitulevaisuudessa on hyvin todennäköistä. [30] Arvioiden mukaan UCAV:iden osuus kaikista sotilaallisista UAS:istä tulee kasvamaan suurimmaksi maailmanlaajuisesti tarkasteltuna vuoteen 2028 mennessä. [104, s. 105] Tämä johtunee UCAV:iden tuomasta strategisesta suorituskyvystä ja vaikuttamiskyvystä, joiden avulla eri valtiot pystyvät kasvattamaan asevoimiensa suorituskykyä ja pelotetta.

UCAV, eli miehittämätön taisteluilma-alus, on aseistettu ja aseelliseen vaikuttamiseen kykenevä UAV. UCAV:t on suunniteltu erilaisiin taistelutehtäviin, kuten vihollisen tärkeiden kohteiden ja ryhmyksen lamauttamiseen ja tuhoamiseen. Tämän tehtävän toteutumiseksi UCAV:iden on lähtökohtaisesti kyettävä toimimaan vihamielisessä toimintaympäristössä ja kyettävä osallistumaan taisteluun. Toimiminen vihollisen ilmapuolustuksen vaikutuspiirissä asettaa UCAV:iden suunnittelulle ja käyttöperiaatteille kriittisiä vaatimuksia, jotta tehtävästä kyettään suoriutumaan. [105, s. 40] Tällaisia vaatimuksia ovat esimerkiksi taistelukestävyys, vikasietoisuus, häivekykyisyys, toimintavarmuus ja kyky vastatoimiin oman suojan lisäämiseksi.

Vuonna 2011 Venäjän puolustusministeriö käynnisti raskaiden tiedustelu- ja aseistettujen miehittämättömien ilma-aluksien kehityshankkeet. Kehityshankkeet koostuivat kolmesta eri kokoluokan ratkaisusta, jotka olivat painoiltaan 1,2 ("Orion"), 7,6 ("Altius") ja 20 ("Ohotnik") tonnia kilogrammaa. [30] Venäjä on tuosta alkaen pyrkinyt kehittämään yhdessä venäläisten UAV-valmistajien kanssa UCAV:jä [39]. UCAV:iden kehittäminen on vaatinut Venäjältä huomattavan panostuksen rahoitukseen ja teknologian kehittämiseen. Isojen ja raskaiden UAV ja UCAV -järjestelmien kehittäjien välillä on myös kovaa keskinäistä kilpailu, koska Venäjä haluaa voimakkaasti saada nämä järjestelmät käyttöönsä. [35] Venäjän voimakas tahtotila rahoittaa isojen ja aseistettujen UCAV:iden kehitysohjelmia osoittaen, että töitä näiden ohjelmien eteen tehdään voimallisesti. Tuloksia kehityshankkeiden osalta tultaneen myös näkemään jo lähitulevaisuudessa. [35]

Miehittämätön taisteluilma-alus on kompleksinen osajärjestelmien järjestelmä. Tehokkaan, suorituskykyisen ja kohtuuhintaisen miehittämättömän taisteluilma-aluksen suunnittelu ja kehittäminen vaativat jokaisen osajärjestelmän ja peruskomponentin toimivuutta ja teknistä edistyneisyyttä. Ilma-aluksen runko, moottori, ohjainpinnat, ohjausjärjestelmä ja elektroniikkayksiköt ovat perustana lentämiselle. Tietoliikenneyhteydet maa-aseman ja ilma-aluksen välillä sekä autonomia mahdollistavat lentotehtävän toteutumisen. Näiden lisäksi UCAV:n on kyettävä kantamaan siinä käytettäväksi suunniteltu aseistus ja aseistuksen vaatimat laukaisulaitteet.

Miehittämättömällä taisteluilma-aluksella on perinteiseen miehitettyyn taistelulentokoneeseen verrattuna monia etuja. Ohjaajan puuttuminen koneen sisältä mahdollistaa koon pienentämisen, erityisesti tutkapoikkipinta-alan näkökulmasta. Ohjaajan puuttuminen mahdollistaa myös toisaalta hyötykuormien tai toimintamatkan kasvattamisen painon säästön takia. Painoa säästetään ohjaajan lisäksi myös järjestelmistä, jotka ovat perinteisessä lentokoneessa ohjaajan takia, kuten heittoistuin, ohjaamo ja sen runkorakenteet sekä mittaristo. Ilma-aluksen suunnittelussa ja käyttöperiaatteissa ei tarvitse ottaa huomioon ohjaajan fysiologisia ominaisuuksia. Tämä mahdollistaa liikehtimiskyvyn kasvattamisen, operointiajan ja -matkan pidentämisen. Miehittämättömästä taisteluilma-alusta voidaan myös käyttää vaarallisilla operaatioalueilla ilman ihmishengen menettämisen riskiä.

Etujen lisäksi miehittämättömien taisteluilma-alusjärjestelmien toteuttamisessa on myös haasteita. Yksi keskeinen haaste liittyy päätöksentekoon asevaikutuksen käyttämisestä. Esimerkiksi Venäjällä kehitteillä oleva Ohotnik UCAV, josta arvioidaan tulevan Venäjän ensimmäisiä UCAV:ja, on sanottu vaativan ihmisen päätöksentekoa ennen aseellista vaikuttamista [106]. Tämä tarkoittaa, että operaattorin on saatava riittävästi informaatiota, kuten varmennettua määlitietoa, ennen päätöksentekoa aseiden laukaisemista. Informaation tarve korostuu erityisesti tilanteissa, joita ei ole ennen taistelutehtävää suunniteltu ja valmisteltu. Tämänkaltaisia tilanteita voisi olla esimerkiksi vihollisen torjuntahävittäjä tai liikkuva maamaali. Toinen keskeinen haaste, mikä vaikuttaa myös päätöksentekoon, on jatkuva, luotettava ja reaaliaikainen tietoliikenneyhteys maa-aseman ja ilma-aluksen välillä. Tietoliikenneyhteyden menettämisen sietokyky vaatii miehittämättömältä ilma-alukselta jonkinasteista autonomisuutta tai automaattisuutta, jotta se kykenee joko jatkamaan itsenäisesti tehtävää tai palaamaan ennalta määritellylle alueelle, jossa yhteys pyritään samaan takaisin. Miehittämättömän ilma-aluksen toimintavarmuus, kyky toimia odottamattomissa tilanteissa ja vikasietoisuus ovat näin ollen myös keskeisiä ratkaistavia haasteita, jotka korostuvat erityisesti miehittämättömissä taisteluilma-aluksissa.

Arvioiden mukaan Venäjän asevoimat tulevat saamaan käyttöön keskipitkän- ja pitkänmatkan aseistettuja UCAV:jä jo mahdollisesti 2020-luvulla [45, s. 193]. Laskentatehon, autonomisuuden ja tekoälyn kehittyessä miehittämättömien ilma-aluksien kyky oman tilannetiedon ja -arvion perusteella tehtävään päätöksentekoon tulee kasvamaan tulevaisuudessa. Tämä kasvattaa myös itsenäisen toiminnan kykyä, mikä laajentaa miehittämättömän ilma-aluksen käytettävyyttä eri tehtävissä. Kykyä tilanteemuutoksien arviointiin ja niiden avulla suoritettavaan valintaan eri toimintavaihtoehtoista täysin autonomisesti voidaan pitää kuitenkin vielä rajallisena, mikä aiheuttaa rajoitteita UCAV:iden toiminnalle kompleksisissa tilanteissa, kuten ilmataisteiluissa [107 s, 52]. Tämän takia miehittämättömiä taisteluilma-aluksia tullaan alkuvaiheessa luultavasti käyttämään Venäjällä vain aselavetteina ilmasta maahan operaatioissa ennakolta määritettyihin kohteisiin.

Miehittämätön taisteluilma-alus osana ilmataistelua vaatisi, että päätöksentekovastuu siirrettäisiin ihmiseltä koneelle, koska ilmataistelut ovat moniulotteisia tapahtumia, joissa tarvitaan välittömiä tilanteeseen sidottuja päätöksiä ja ratkaisuja. Venäjä ei luultavasti tavoittele tätä suorituskykyä nykyisillä UCAV-kehitysohjelmilla, varsinkin kun kyseessä on vasta ensimmäiset UCAV:t. Todennäköisempää on, että nykyisillä UCAV-kehitysohjelmilla tavoitellaan automaattisia ominaisuuksia omaavia ilma-aluksia, joiden tärkein tehtävä on saattaa asevaikutus maamaaliin. UCAV:iden operatiiviseen käyttöön saamisen jälkeen Venäjä pyrkinee hankkimaan mahdollisimman paljon käyttökokemuksia niistä ja arvioimaan vasta tämän jälkeen tulevia kehityssuuntia.

Ihmisen rooli tulee siis todennäköisesti säilymään vielä lähitulevaisuudessa erityisesti kriittisissä päätöksissä. Tämä vaatii luotettavaa ja reaaliaikaista tietoliikenneyhteyttä UCAV:n ja maa-aseman välille, joka tulee olemaan keskeinen käytettävyyteen vaikuttava tekijä. Tähänastiset Venäjän asevoimien käyttämät UAV:t ovat toimineet LOS-tietoliikenneyhteydellä, mutta UCAV:iden kohdalla tavoitellut pidemmät toimintamatkat vaativat satelliittiyhteyksien hyödyntämistä. Tämä on ollut esillä muun muassa Altius UAV:n kehitystyössä [108].

Venäjä on hyötynyt sen kumppanivaltioiden hankkimista miehittämättömien taisteluilma-aluksien taistelukokemuksista. Esimerkiksi Iran, jolla on hallussaan UCAV-järjestelmiä, on luultavasti tarjonnut Venäjälle mahdollisuuden arvioida erilaisia Iranin käyttämiä UCAV:jä ja niiden teknisiä ratkaisuja, mikä on hyödyttänyt Venäjän omaa UCAV-kehitystyötä. [109, s. 13] Tämä on tietävästi edesauttanut Venäjän nopeaa kehitystyötä ja tulee luultavasti nopeuttamaan UCAV:iden käyttöön saamista.

Arktinen alue ja miehittämättömät ilma-alukset

Ilmastomuutoksesta johtuvat muutokset arktisella alueella avaavat uusia merireittejä ja lisäävät alueella olevien rikkaiden mineraalien, öljyn, kaasun sekä muiden luonnonvarojen saatavuutta. Nämä muutokset ovat lisänneet eri valtioiden halua pitää alueella asevoimien joukkoja omien intressien turvaamiseksi. [110] Arktisen alueen toimintaympäristö on kuitenkin hyvin haastava, mikä vaikeuttaa esimerkiksi miehittämättömien ilma-aluksien käyttöä erittäin kylmien sääolosuhteiden johdosta [111, s. 6–7].

Vuonna 2007 Venäjä asetti presidentti Vladimir Putinin käskystä lippunsa Pohjoisnavalle merenpohjaan, jolla se symbolisesti halusi osoittaa Pohjoisnavan alueiden kuuluvan Venäjälle. Tämän tapauksen jälkeen Venäjä on aktiivisesti pyrkinyt lisäämään sotilaallista läsnäoloaan arktisilla alueilla ja siten turvaamaan näkemyksensä mukaiset taloudelliset ja maantieteelliset oikeutensa Pohjoisnavan alueelta. [112] Vuonna 2019 järjestetty Venäjän strateginen pääsotaharjoitus Tsentr järjestettiin osin myös arktisella alueella, jossa asevoimien joukot harjoittelivat toimintaansa ja kaluston käyttöä vaativassa toimintaympäristössä [113]. Venäjä on harjoituttanut arktisella alueella muun muassa maahanlaskujoukkojaan, joita käytetään yleisesti vaikeissa olosuhteissa ja alueilla joilla kulku on haastavaa. Maahanlaskujoukot ovat harjoitelleet UAV:iden käyttöä arktisella alueella tiedustelutehtävien toteuttamiseen. [114] Tämä on luonnollista, sillä maahanlaskujoukot tarvitsevat olennaisesti taistelutuen, kuten tiedustelutuen, tehtäviensä toteuttamiseen, mikä voidaan toteuttaa UAV:tä käyttämällä.

Vuodesta 2007 lähtien Venäjä on pyrkinyt kehittämään joukkojaan ja kalustoaan siten, että niitä voidaan operoida arktisen alueen vaikeissa olosuhteissa. Vuonna 2015 Venäjä sijoitti Orlan-10 UAV:itä itäisen sotilaspiirin arktisen alueen joukkojen käyttöön. Orlan-10 UAV:n kohtalaisen alhainen toimintalämpötila, -30 °C , mahdollistaa sen käytön arktisella alueella. Venäjä on myös testannut laajasti muiden UAV:iden käyttömahdollisuuksia arktisessa toimintaympäristössä. [112] Myös lisenssillä valmistettavan Forpost UAV:n käyttö arktisessa toimintaympäristössä on kokeiltu. Kun Forpost UAV:tä aloitettiin valmistamaan Venäjällä, sen operointia testattiin noin -50 °C lämpötilassa [115].

Arktinen alue on ollut haastava toimintaympäristönsä kannalta, sillä Venäjällä on ollut vaikeuksia tuottaa UAV:itä, jotka kykenisivät toimimaan erityisesti kylmissä olosuhteissa. Tämä ongelma oli ainakin nykyisten käytössä olevien UAV:iden kehitystyön alkuvaiheessa, jolloin niiden toimintaa testattiin kylmissä olosuhteissa. Tuolloin ongelmia esiintyi jo noin -20 °C lämpötilassa. [37] Nykyisin nämä kehitystoiminnan alkuvaiheen ongelmat ovat nähtävästi saatu

ratkaistua, koska miehittämättömiä ilma-aluksia kehitetään myös arktisen alueen toimintaympäristössä toimiviksi [116]. Alhaisissa lämpötiloissa ja vaikeissa sääolosuhteissa toimimisen lisäksi arktisella alueella toimivilta UAV:iltä vaaditaan myös navigointijärjestelmiä, jotka eivät ole riippuvaisia vain satelliittipaikannuksesta. Satelliittipaikannuksen tarkkuus ja saatavuus heikkenee toimittaessa arktisella alueella [111, s. 8; 117, s. 8]. Näihin haastaviin olosuhteisiin vastatakseen Venäjä on kehittämässä muun muassa multikopteria ja ZALA 421 tuoteperheen UAV:itä, joiden yhdeksi käyttökohteeksi on ilmoitettu arktinen alue [118; 119].

Venäjä on alkanut varustamaan rajavartiolaitostaan uusilla aluksilla, joiden tehtävänä on valvoa Venäjän intressejä arktisella alueella. Uusiin aluksiin sijoitetaan myös UAV:itä, joiden avulla valvontaa kyetään laajentamaan. [120, s. 184] Yhtenä käytettävänä UAV:nä on esitetty itävaltalaisen Schiebel yrityksen kehittämä Camcopter S-100. Venäläinen Gorizont yritys kokoonpanee näitä UAV:itä lisenssillä ja ne ovat nimeltään Gorizont Air S-100. [120, s. 184; 121] Camcopter S-100 on helikopterimallinen UAV, joka vertikaalisen nousu ja laskeutumiskykynsä ansiosta on optimaalinen aluskäyttöön. Siinä on kaksilapainen pääroottori, jonka halkaisija on 3,4 metriä. Maksimi lentoonlähöpaino UAV:llä on 200 kilogrammaa ja polttoaineen lisäksi se voi kuljettaa hyötykuormaa noin 50 kilogrammaa. Lentokorkeus UAV:llä on noin 5 000 metriä ja maksimilentonopeus on noin 200 km/h. Toimintasäde on noin 200 kilometriä ja toiminta-aika on noin 6 tuntia. Kyseinen UAV on myös laajalti käytössä maailmanlaajuisesti. [122]

Muut kehityskohteet miehittämättömien ilma-aluksien osalta

Venäjän miehittämättömien ilma-aluksien kehitystyö on johtanut myös perinteisten UAV:iden rinnalla hieman innovatiivisempien ratkaisujen ja hyödyntämismahdollisuuksien tarkasteluun. Venäjällä on ainakin uutisoinnin perusteella tavoitteena hyödyntää pieniä miehittämättömiä ilma-aluksia myös hieman erikoisemmin piirtein. Yhtenä innovaationa Venäjä esitteli vuonna 2016 tiedustelu-UAV, joka on langallisessa yhteydessä taistelupanssarivaunuun. Se kykenisi tiedustelemaan ympärillä olevaa aluetta noin 50-100 metrin säteellä taistelupanssarivaunusta. Se voitaisiin tarpeen vaatiessa lennättää edessä olevan kohteen päälle, kuten harjanteen ylle, jolloin saataisiin tilannekuvaa edessä olevasta mahdollisesta uhasta. [75, s. 8; 85, s. 3-4] Tämän avulla olisi mahdollista saada etulyöntiasema taistelutilanteessa, kun jokaisella taistelupanssarivaunulla olisi yksilöllinen tilannetietoa muodostava järjestelmä käytössään.

Toisena esimerkkinä voidaan nostaa esille R-90 tiedustelu-UAV. Venäjä on kehittänyt 2010-luvun puolivälissä ainakin prototyyppiasteelle raskaasta Smerch-raketinheitimestä laukaista-

van R-90 tiedustelu-UAV:n. UAV laukaistaan raketinheittimestä säiliöön pakattuna kohdealueen ylle, jossa se avautuu. Kohdealue voi sijaita 25–90 kilometrin säteellä raketinheittimestä. Säiliön avautumisen jälkeen UAV laskeutuu laskuvarjon avulla, jonka aikana sen siivet aukeavat ja moottori käynnistyy. Avautumisen jälkeen UAV pystyy operoimaan alueella noin 20 minuutin ajan 500 metrin korkeudessa, jolloin se pyrkii tiedustelemaan viholliskohteita ennalta suunnitellun lentoreitin alueelta. UAV:n tuottamaa videokuvaa ja sijaintia välitetään tulenjohdolle reaaliaikaisesti maksimissaan 70 kilometrin etäisyydelle. [85, s. 3-6; 123; 124] Tämän hetkisen tiedon mukaan UAV ei kuitenkaan olisi tulossa Venäjän asevoimien käyttöön, vaan sitä ollaan kehittämässä vientituotteeksi [125]. On kuitenkin mahdollista, että Venäjä ottaisi tämänkaltaisen järjestelmän myös käyttöön tulevaisuudessa, koska se mahdollistaisi yhden vaihtoehtoisen tavan tiedustelun ja maalinosoituksen toteuttamiseen.

Venäjä on kehittänyt myös kamikaze tyylisiä UAV:itä, kuten ZALA Lancet 1 ja 3 sekä KUB-UAV:n. Nämä ”UAV:t” ovat ennemminkin lentäviä ammuksia (loitering munition), joilla on kyky liikkua ilmassa UAV:n tapaan tiedustellen maaleja ja tämän jälkeen syöksyä kohteeseen, jossa ne räjähtävät. Nämä mahdollistavat keinovalikoiman kasvattamisen tilanteissa, joissa pyritään tiedustelemaan ja vaikuttamaan esimerkiksi suojautuneisiin tai maastoesteiden takana oleviin vihollisen kohteisiin. [126] ZALA Lancet 1 ja 3 ovat rakenteensa puolesta sellaisia, että niiden ei tiettävästi ole mahdollista laskeutua takaisin maahan vaan ne ovat kertakäyttöisiä. Niiden siivekkeet on sijoitettu tasaisesti rungon ympärille [127], jolloin laskeutumisen yhteydessä ne luultavasti vaurioituisivat. Tällöin kyseiset laitteet eivät suoranaisesti täytä UAV:n määritelmää, mutta ne pohjautuvat hyvin paljon miehittämättömiin ilma-aluksiin. Tästä syystä niitä käsitellään tässä tutkimuksessa.

ZALA Lancet 1 on ohjusmainen ja siivekkeillä varustettu potkurimoottorilla lentävä ammus, joka voi kantaa 1 kilogramman taistelulatauksen. Se on varustettu videokameralla ja lähetinvastaanottimella, joiden avulla kohde voidaan tunnistaa. Maksimilentonopeus Lancet 1:llä on 110 km/h ja toiminta-aika ilmassa on 30 minuuttia. [127; 128]

ZALA Lancet 3 on vastaavanlainen kuin Lancet 1, mutta Lancet 3:ssa on 3 kilogramman taistelulataus ja sen toiminta-aika on 40 minuuttia [127]. Valmistajan verkkosivujen mukaan molempien järjestelmien toimintaetäisyys on 40 kilometriä [129]. Molemmat versiot esiteltiin ensimmäisen kerran vuoden 2019 Army-näyttelyssä. Molempien järjestelmien yhteydessä on kerrottu myös tavoitteesta käyttää niitä parveilevina kokonaisuuksina [127], mutta julkisuudessa tästä ei ole todennettua tietoa.

KUB-rynnäkkölennokkijärjestelmä on Kalašnikov-konsernin valmistama UAV, joka esiteltiin vuoden 2019 IDEX messuilla Abu Dhabissa. KUB UAV on suunniteltu tuhoamaan kaukaisia maamaaleja ja toimittamaan asevaikutuksen kohteeseen koordinaattien perusteella. Sen etuna on salattu laukaisu, ammuksen hyvä tarkkuus, äänettömyys ja käytön yksinkertaisuus. KUB UAV:n nopeus on noin 80–130 km/h ja se kykenee lentämään noin 30 minuutin ajan. UAV kykenee kantamaan hyötykuormaa noin 3 kilogramman edestä. [130]

Kaupalliset ja jopa harrastetason UAV:t ovat yhtenä vaihtoehtoina, joita Venäjän asevoimat voi käyttää tulevaisuudessa suorittamaan yksinkertaisia tehtäviä. Venäjä on tietävästi hyödyntänyt kaupallisia UAS-järjestelmiä taisteluolosuhteissa. Asymmetric Warfare Group:n käsikirjan mukaan Venäjä on käyttänyt kaupallisia multikoptereita myös aseelliseen vaikuttamiseen. Multikoptereita on lennätetty tiedusteltujen kohteiden, kuten linnoitettujen johtopaikkojen tai ase- ja polttoainevarastojen, päälle ja niistä on pudotettu räjähteitä tai palopommeja kohteiden tuhoamiseksi. Yhtenä esimerkkinä käsikirjassa nostetaan esille taktiikka, jossa ensin on pudotettu palopommeja linnoitetun kohteen etuosiin multikoptereilla. Suojautuneena olevat vastustajan joukot ovat tämän jälkeen joutuneet menemään sammuttamaan paloja, jonka aikana kohteen päälle on lennätetty seuraavia multikoptereita, joilla on pudotettu sirpaloituvia kranaatteja paloa sammuttavien ja suojautumattomien taistelijoiden päälle. Tämänkaltaisen toiminnan on nähty antavan erityisesti Venäjän erikoisjoukoille keinon suorittaa kustannustehokkaasti, nopeasti ja vaikeasti havaittavasti hyökkäyksiä vihollisen syvyydessä. [76]

Pienet kaupalliset miehittämättömät ilma-alusjärjestelmät, kuten multikopterit mahdollistavat uusia vaikuttamisen keinoja sodankäyntiin. Kaupalliset UAS:ät ovat kehittymässä jatkuvasti. Niiden nopeus ja akunkesto kasvavat, niissä käytetään uusia sensoreita ja hyötykuormia, niiden saatavuus kasvaa ja niiden hyötykuorman kantokyky kasvaa. [18; 76] Teknologian kehitys on myös mahdollistanut niiden helpon lennättämisen, jolloin operaattorikoulutus voidaan toteuttaa lyhyessä ajassa. Nämä mahdollistavat niiden hyödyntämistä erilaisiin tehtäviin yhä laajemmin Venäjän asevoimissa. Venäjän puolustusministeriön mukaan Venäjän asevoimien lennokki-komppanioita tullaan täydentämään multikoptereilla [66]. Tällaiset UAS:ät ovat tehokkaita erityisesti rakennetun alueen taistelussa, koska ne kykenevät lentämään kapeilla alueilla, kuten kaduilla, ja niillä voidaan myös leijua kohdealueen yllä. Ne soveltuvat erityisen hyvin myös omien alueiden vartiointiin, jolloin esimerkiksi kalustoa voidaan vartioida pienemmällä henkilöstöresurssilla.

Yhtenä miehittämättömän ilma-aluksen ja elektronisen sodankäynnin sovelluksesta Venäjällä on nostettu esiin multikopterien käyttäminen antenneine maasijoitteisille asemille. Tätä mahdollisuutta on viimevuosien aikana tutkittu Venäjällä ja sen käyttömahdollisuudet vaikuttavat lupaavilta. Multikopterin etuna tavalliseen kiinteäsiipiseen UAV:hen verrattuna on se, että sillä on leijuntakyky, jolloin siihen asennettavien antennien ei tarvitse olla aerodynaamisesti suunniteltuja. Tämä mahdollistaa monipuolisemmat ratkaisut esimerkiksi signaalitiedusteluun, paikantamiseen ja häirintään, koska hyötykuorman kokoa on mahdollista kasvattaa. Multikopterin etuna leijuntakyvyn lisäksi on sen kyky muuttaa korkeutta nopeasti. Perinteisten mastojen pysyttämisen sijaan voitaisiin antennit nostaa ylös tähän tarkoitukseen suunnitelluilla multikoptereilla, jolloin niiden käyttöönotto nopeutuisi. [131, s. 79] Tämä voitaisiin toteuttaa myös olemassa olevilla kaupallisilla multikoptereilla, koska multikopterilta vaadittaisiin ainoastaan riittävää kuorman kantokykyä ja leijuntaominaisuuksia vaihtelevissa sääolosuhteissa. Tällöin vastaavan kaltaisten ominaisuuksien omaavien UAV:iden tai multikoptereiden kehittämiseen ei tarvitsisi käyttää suuria resursseja.

4.3. Kehitteillä olevat miehittämättömät ilma-alusjärjestelmät

Venäjällä on tällä hetkellä käynnissä useita eri miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien kehitysohjelmia. Suurimmaksi osaksi kehitysohjelmilla pyritään vastaamaan Venäjän asevoimilta puuttuvien miehittämättömien taisteluilma-aluksien käyttöön saamiseen. Toisekseen kehitystyöllä pyritään saamaan asevoimien käyttöön pidemmän toimintamatkan ja -ajan omaavia UAV:itä, kuin mitä nykyisin käytössä olevilla UAV:illä voidaan saavuttaa. Näiden lisäksi kehityskohteena on myös nykyisin käytössä olevien UAV:iden modifiointeja, joilla pyritään parantamaan niiden suorituskykyä. Taulukoissa 4 ja 5 sekä tässä luvussa tuodaan esille näitä keskeisimpiä Venäjällä kehitteillä olevia miehittämättömiä ilma-alusjärjestelmiä. Tarkasteluun nostetuista UAS:eistä ei ollut saatavilla kaikkia teknisiä tietoja, mitä voidaan pitää normaalina, koska tarkasteltavat UAS:ät ovat vasta kehitteillä.

Taulukko 4. Venäjällä kehitteillä olevia miehittämättömiä ilma-alusjärjestelmiä

UAS	Altius	BPV-500	Forpost-M/R	Karnivora
Valmistaja	Ural Civil Aviation Plan	Radar MMS	UWCA	NPP Mikran
Tehtävätyyppi	ISR / Combat	ISR	ISR / Combat	Combat / C-UAV
Kehitys aloitettu	2011	ei tiedossa	2015	n. 2016
Ensilento	20.08.2019	ei tiedossa	ei tiedossa	ei tiedossa
Toimintasäde	10 000 km - rajaton (satelliittiyhteys)	320 km	200 km	ei tiedossa
Toiminta-aika (max.)	n. 24 h	5,5 h	16 h	15 h
Lentoonlähtöpaino (max.)	7 000 kg	500 kg	500 kg	40 kg
Hyötykuorman kantokyky (max.)	1 000 kg	150 kg	100 kg	ei tiedossa
Leveys (siipien kärkiväli)	28,5 m	ei tiedossa	8,55 m	~ 5 m
Pituus	ei tiedossa	ei tiedossa	5,85 m	ei tiedossa
Lentonopeus	ei tiedossa	155 km/h	200 km/h	140 km/h
Lentokorkeus (max.)	ei tiedossa	3 500 m	5 000 m	ei tiedossa
Lentoonlähtö	Kiitotie	VTOL	Kiitotie	ei tiedossa
Laskeutuminen	Kiitotie	VTOL	Kiitotie	ei tiedossa
Lähde:	[49; 132; 133]	[47; 134]	[135; 136]	[85; 137]

Taulukko 5. Venäjällä kehitteillä olevia miehittämättömiä ilma-alusjärjestelmiä

UAS	Katran	Korsar	Ohotnik	Orion	Orlan-30
Valmistaja	RHG	OKB Luch	Suhoi	Kronšadt Group	Spetsialny Tekhnologich-eski Tsentr
Tehtävätyyppi	ISR	ISR / Combat	Combat	ISR / Combat	ISR
Kehitys aloitettu	ei tiedossa	2009	2011	2011	ei tiedossa
Ensilento	2018	2015	03.08.2019	ei tiedossa	ei tiedossa
Toimintasäde	100 km	160 km	6 000 km	250 km	300 km
Toiminta-aika (max.)	ei tiedossa	10 h	ei tiedossa	24 h	5 h
Lento-ohjelmointipaino (max.)	ei tiedossa	200 kg	20 000 kg	1 000 kg	27 - 30 kg
Hyötykuorman kantokyky (max.)	ei tiedossa	ei tiedossa	2 000 - 2 500 kg	200 kg	8 kg
Leveys (siipien kärkiväli)	ei tiedossa	ei tiedossa	19 m	16 m	3,1 m
Pituus	ei tiedossa	ei tiedossa	14 m	8 m	1,8 m
Lentonopeus	ei tiedossa	ei tiedossa	1 000 km/h	120 - 200 km/h	150 - 170 km/h
Lentokorkeus (max.)	4 500 m	6 000 m	ei tiedossa	7 500 m	4 500 m
Lento-ohjelmointi	VTOL	ei tiedossa	Kiitotie	Kiitotie	Katapultti
Laskeutuminen	VTOL	ei tiedossa	Kiitotie	Kiitotie	Laskuvarjo
Lähde:	[49; 138]	[139]	[66; 140; 141]	[35; 47; 49; 142]	[143]

Altius

Altius UAV on 3. luokan kaksimoottorinen ja kiinteäsiipinen miehittämätön ilma-alus. Venäläinen Simonov Design Bureau (SDB) aloitti kehittämään sitä vuonna 2011. Kehitystyön tavoitteena oli valmistaa korkean lentokorkeuden omaava UAV, jota voitaisiin käyttää tiedustelutehtäviin arktisissa olosuhteissa. Vuonna 2018 Venäjän puolustusministeriö veti Altius UAV:n kehittämisen pois SDB:ltä ja siirsi sen kehitystyön toiselle venäläiselle yritykselle, Ural Civil Aviation Plant:lle. Siirron syyksi on kerrottu SDB:n haasteet Altius UAV:n teknisten järjestelmien kehittämisessä, kuten sensoreiden ja mikroprosessorien osalta. [49, s. 71] Altius UAV:stä käytetään osassa lähteistä nimitystä Altair.

Altius UAV on MALE-luokan perinteisen lentokoneen mallinen miehittämätön ilma-alus, joka on valmistettu komposiittimateriaalista. Sen siipien kärkiväli on noin 28,5 metriä ja lentoonläh-
töpainoksi on ilmoitettu noin 7 000 kilogrammaa. Hyötykuormaa, kuten sensoreita tai aseis-
tusta, UAV kykenee julkaistujen tietojen perusteella kantamaan noin 1 000 kilogramman ver-
ran. Altius UAV:n hyötykuormaksi perinteisten elektro-optisten sensoreiden lisäksi on kerrottu
SLAR-tutka (Side-looking Airborne Radar). [133] Toimintamatka UAV:llä on arvioitu olevan
noin 10 000 kilometriä [144]. Toiminta-aikaa ei ole tarkasti julkistettu, mutta sen on kerrottu
olevan yli vuorokauden [66; 132].

Venäjä toteutti Altius UAV:n ensilennon elokuussa 2019 vain vajaat kaksi viikkoa Ohotnik
S-70 UAV:n ensilennon jälkeen [132]. Ensilento suoritettiin automaattitilassa ja sen kesto oli
32 minuuttia lentokorkeuden ollessa 800 metriä [66]. Venäjällä on siis samanaikaisesti käyn-
nissä useamman uuden ja raskaanluokan UAV:n kehitystyö. Ensilennot osoittavat, että kehitys-
työ on tuottanut tulosta myös näiden raskaiden ja suuren kokoluokan UAV:iden kanssa. Altiuk-
sen kehittämiseen on sen alun ja vuoden 2019 välisenä aikana käytetty yhteensä noin 42 mil-
joonaa euroa [35].

Vuoden 2020 alussa uutisoitiin, että Venäjällä oli tehty Altius UAV:n testilento, jonka aikana
ohjauskomennot ja UAV:n sensorien tuottama data oltiin välitetty UAV:n ja maa-aseman vä-
lillä satelliittiyhteyden avulla. Tämän on kerrottu olleen ensimmäinen kerta, kun satelliittiyh-
teyttä hyödynnetään Venäjällä miehittämättömien ilma-aluksien ohjaukseen ja tiedonsiir-
toon. [133] Altiuksen kaltaisten UAV:iden suunniteltu pitkä toimintamatka vaatii tiedonsiirron
onnistumisen kannalta satelliittiyhteyttä, jotta näkölinjan ulkopuolella (BLOS) toimiva UAV
on hallittavissa ja sen sensoridata on hyödynnettävissä. Satelliittiyhteydellä toteutettu tiedon-
siirto ei näin ollen ole esteenä UAV:n toimintasäteen kasvattamiselle.

Altius UAV:ssä on voimanlähteenä kaksi saksalaisen RED Aircraft yhtiön valmistamaa diesel-
moottoria. Sen arvioidaan olevan haasteena tuotannolle, koska Venäjälle asetetut kaupparajoit-
teet saattavat estää niiden toimittamisen jatkossa. Julkisuudessa on kuitenkin arvioitu, että Ve-
näjä pyrkii valmistamaan korvaavan voimanlähteen tähän UAV:hen. Venäjän puolustusminis-
teriöstä on arvioitu, että korvaava moottori saataisiin Altius UAV:hen vuoden 2020 aikana. [35]
Korvaavan kotimaisen moottorin avulla Venäjä ei olisi riippuvainen ulkomaisista toimittajista
Altiuksen käyttöön ottamiseksi tai sarjatuotannon käynnistämiseksi. Tällöin mahdolliset kaup-
parajoitteetkaan eivät vaikuttaisi Altiuksen käyttöön ottoon ainakaan moottorin osalta.

Altius UAV:stä ollaan kehittämässä kahta eri versiota, jotka ovat tiedusteluversio ja aseistettu versio. Tiedusteluversioon ollaan liittämässä tiedustelukyvyn lisäksi kykyä maalinosoitukseen ja elektroniseen sodankäyntiin. [66; 144] Jane's julkaiseman artikkelin mukaan Altius olisi tulossa Venäjän merivoimien käyttöön ja sen aseistettu versio oltaisiin varustamassa Kh-35 meritorjuntaohjuksella [144]. Altius UCAV-version tulemistä käyttöön voidaan pitää realistisena, sillä ilmoitettu 1 000 kilogramman hyötykuorman kantokyky mahdollistaa useiden eri ohjuksien ja pommien asentamisen siihen. Esimerkiksi kyseinen Kh-35 ohjus painaa noin 600 kilogrammaa [145].

BPV-500

Venäläinen Radar MMS -yritys esitteli vuoden 2017 MAKS ilmailunäyttelyssä BPV-500 VTOL-UAV:n. BPV-500 on päällekkäisroottorinen UAV, joka on kehitetty erityisesti merivoimien alusten käyttöön. Sen lentoonlätöpaino on noin 500 kilogrammaa ja se pystyy kantamaan noin 150 kilogramman verran hyötykuormaa. Yrityksen tietojen mukaan sen toiminta-aika on noin 5,5 tuntia, lentokorkeus on noin 3 500 metriä ja lentonopeus noin 155 km/h. Toimintasäteeksi on ilmoitettu 320 kilometriä. UAV:n hyötykuormana on AESA-tutka ja elektro-optisia sensoreita. BPV-500 on vielä kehitysasteella ja sen on sanottu olevan osa merivoimien isoa arktisen alueen alusprojektia. [47; 134]

Forpost-M/R

Venäjä on käynnistänyt Israelista hankitun ja lisenssillä valmistettavan Forpost UAV:n modifointihankkeen, jossa siitä ollaan rakentamassa kehittyneempi versio Forpost-M. Forpost-M, kuten myös käytössä olevan Forpost UAV:n, valmistajana Venäjällä toimii Ural Civil Aviation Plant. Forpost-M kehitystyö alkoi vuoden 2015 aikoihin. Forpost-M version on kerrottu sisältävän kehittyneempiä tietoliikennejärjestelmiä kuin alkuperäisessä versiossa. Forpost-M UAV:hen ollaan lisäämässä alkuperäiseen versioon nähden suorituskykyisempiä elektro-optisia sensoreita ja mahdollisuus asentaa meri- ja maa-alueen valvontaan käytettävä tutka. Tutkan lisäämisellä parannetaan UAV:n käyttömahdollisuutta eri valaistus- ja sääolosuhteissa. [114; 136] Mahdollisesta käytettävästä tutkasta ei ollut saatavilla tarkempia tietoja. Nykyisen version elektro-optiset sensorit eivät mahdollista ISR-toimintaa huonoissa olosuhteissa, kuten pilvisellä tai sateisella kelillä. Tämän lisäksi Forpost-M UAV:hen ollaan lisäämässä kaksi laukaisulaitetta pieniä ohjautuvia ammuksia varten. [136]

Julkisuuteen on myös kerrottu, että Forpost-M tulisi sisältämään suurimmalta osin Venäjällä valmistettuja komponentteja. Uuden version kehittämisen syynä lieneekin alkuperäisen Forpost

UAV:n sisältämät ulkomaiset komponentit. Venäjä ei ole kyennyt liittämään Forpost UAV:tä jokaiseen järjestelmäänsä, koska siinä ei ole ollut käytössä kotimaisia sensoreita ja tietoliikennejärjestelmiä. [62] Kehitettävässä Forpost-M UAV:ssä on kerrottu olevan venäläinen viestijärjestelmä, maaohjausjärjestelmä ja ohjelmisto sekä venäläinen APD-85 moottori, jotka alkuperäisessä Forpost UAV:ssä olivat israelilaisvalmisteisia [66; 146]. UAV-komponenttien kotimaisuusasteen kasvattamisen myötä Venäjä ei ole enää riippuvainen Israelista ja sen toimittamista komponenteista, mikä mahdollistaa näiden UAV:iden määrän kasvattamisen ja valmistamisen ulkomaisista komponenttivalmistajista riippumatta.

Heinäkuussa 2018 Venäjän puolustusministeriö ilmoitti, että Forpost-M on testausvaiheessa ja sen odotetaan tulevan asevoimien käyttöön vuoden 2019 aikana [49, s. 71]. Myöhemmin on kuitenkin uutisoitu, että UAV:n toimitukset Venäjän asevoimille siirtyy alkavaksi vuodelle 2020 [66]. Uutisoinnin mukaan vuosien 2020 ja 2022 aikana Venäjän asevoimille tullaan toimittamaan 10 uutta Forpost-M UAV:tä. Lisäksi on kerrottu, että vuonna 2020 tullaan allekirjoittamaan lisäsopimus 18 Forpost-M UAV:n toimittamisesta. [146]

Venäläisten mukaan Forpost suoriutui suunnitelluista tehtävistä Syyriassa hyvin, mikä on tietävästi ollut Forpost-M version kehitystyön käynnistymisen takana. Kehitystyöllä pyritään parantamaan vaillinaisia suorituskykyjä, kuten sensorteknologiaa, ja lisäämään UAV:n sisältävien komponenttien kotimaisuuden astetta. Venäjän asevoimat on suunnitellut käyttävänsä tätä päivitettyä versiota ainakin 2020-luvun loppuun saakka. [61] Forpost-M UAV:stä käytetään ilmeisesti myös nimitystä Forpost-R, koska myös sillä nimellä on uutisoitu kyseisen UAV:n modifioinnista.

Karnivora

Karnivora on 1. luokan kiinteäsiipinen miehittämätön ilma-alus, jonka valmistajana toimii venäläinen NPP Mikran. Malliversiot tästä esiteltiin ensimmäisen kerran vuosina 2017 ja 2018. Se on suunniteltu toimimaan sekä hyökkäyksellisiin tehtäviin, että vasta-UAV toimintaan. Sen on mainostettu kykenevän toimimaan hyvin vihollisalueiden yllä. [49, s. 71] Hyökkäyksellisten tehtävien osalta siihen voitaneen laittaa räjähteitä ja panssarintorjunta-aseistusta, joita siitä voidaan tiputtaa kohteen yllä. UAV:n toiminta-ajaksi on ilmoitettu 15 tuntia. [85, s. 3-7] Karnivora on edelleen kehitteillä oleva UAV. Sen paino on noin 40 kilogrammaa ja siipien kärkiväli on noin 5 metriä. Lentonopeus UAV:llä on noin 140 km/h ja sen rungon sisällä on noin 35 litran säiliö erilaisia kuormia varten. [137]

Katran

Katran on 2. luokan pyöriväsiipinen miehittämätön ilma-alus, jonka valmistajana toimii Russian Helicopter Group -yritys. Sen prototyyppi esiteltiin julkisuuteen vuoden 2018 Venäjän voitonpäivän paraatissa. Katran on erotettavissa perinteisistä helikopterimalleista sen kahdesta samankeskeisestä pääroottorista. Sen odotetaan korvaavan Venäjän merivoimien hankkimat Camcopter S-100 UAV:t. Katran UAV:n testilennot on aloitettu vuonna 2018. [49, s. 71] Venäjän puolustusministeriö on ilmaissut aikeensa hankkia Katran UAV:tä asevoimien käyttöön [139]. Katran-UAV:n sarjatuotannon on arvioitu alkavan aikaisintaan vuonna 2021, koska koelentotoiminnan viimeiset vaiheet käynnistyivät vasta vuoden 2019 jälkimmäisellä puoliskolla [147]. UAV:n lentokorkeus on noin 4 500 metriä ja sen toimintasäde on noin 100 kilometriä [138].

Helikopterin kaltaisten pyöriväsiipisten UAV:iden kehittäminen vaikuttaisi olevan yhtenä keskeisenä tavoitteena Venäjällä. Esimerkiksi Kartan UAV tullaan erityisesti kohdentamaan Venäjän merivoimien käyttöön uusille rakenteilla oleville pienemmän kokoluokan aluksille. [148] Pyöriväsiipisillä UAV:illä on mahdollista toteuttaa lentoonlähtö ja laskeutuminen pieneltä alueelta, kuten aluksen kannelta. Kiinteäsiipisten UAV:iden operointi merivoimien aluksilta on haastavaa. Kiinteäsiipisten UAV:iden lentoonlähtö on mahdollista toteuttaa alukselta esimerkiksi katapultin avulla, mutta niiden laskeutuminen tapahtuu yleisesti laskuvarjon avulla. Laskuvarjon avulla toteutettava laskeutuminen aluksen kannelle on haastavaa erityisesti vaikeissa sääolosuhteissa, jolloin UAV voi ajautua esimerkiksi tuulen takia sivuun aluksen kannesta. Tämän takia pyöriväsiipisten UAV:iden käyttö Venäjän merivoimien aluksilta tulee olemaan yleisempää, kuin kiinteäsiipisten UAV:iden käyttö.

Korsar

Korsar UAV on 2. luokan kiinteäsiipinen miehittämätön ilma-alus, jonka kehittäjänä toimii venäläinen OKB Luch -yritys. Kehitysprojekti julkistettiin vuonna 2018 Venäjän voitonpäivän paraatissa. Kehitysprojektin on kerrottu alkaneen vuonna 2009 ja ensilento on toteutettu vuonna 2015. Korsar UAV on kaksoistakapuuminen ja se on varustettu työntöpotkurilla. Korsar kehitysprojekti on kuitenkin viivästynyt. Viivästyksen syynä on valmistajan ja moottoritoimittaja Itlan Engineering Center:n väliset lailliset kiistat. Viivästyksestä huolimatta Venäjän puolustusministeriö on ilmaissut halunsa hankkia Korsar UAV:itä asevoimien käyttöön. [49, s. 71; 139] Sitä on luultavasti testattu onnistuneesti Venäjän asevoimien toimesta Syyriassa vuonna 2018 ja siitä saatujen kokemusten on kerrottu olleen positiivisia [147].

Korsar UAV muistuttaa ulkoisesti Forpost UAV:tä [114]. Sen on ilmoitettu omaavan 200 kilogramman lentoonlähöpainon. Sen lentokorkeus on noin 6 000 metriä ja toimintasäde on 160 kilometriä. Toiminta-ajaksi UAV:lle on ilmoitettu noin 10 tuntia. [139] Hyötykuormana siinä käytetään optiikan lisäksi elektronisen sodankäynnin järjestelmiä ja tutkaa [114]. Sitä voidaan käyttää myös maamaaleja vastaan aseistamalla se pommeilla tai ohjuksilla, kuten Ataka 9M120 ohjuksella tai raketinheittimellä [114; 139; 147].

Ohotnik

Yksi mahdollinen tulevaisuuden ja mahdollisesti Venäjän ensimmäinen miehittämätön taisteluilma-alus on lentokonevalmistaja Suhoi S-70 Ohotnik UCAV. Venäjän puolustusministeriö ja lentokonevalmistaja Suhoi tekivät sopimuksen Ohotnik UCAV:n kehittämisestä vuonna 2011 ja koneesta tehtiin täysikokoinen prototyyppimalli vuonna 2014 [30; 149]. Tämän jälkeen Ohotnik UCAV:tä ei nostettu mediassa esille lähes lainkaan, kunnes vuonna 2018 uutisoitiin mahdollisesta ensilennosta vuoden 2018 loppupuolella [149]. Ensilento ja testaukset eivät kuitenkaan onnistuneet vuoden 2018 aikana ja testilennot siirrettiin alkavaksi vuoden 2019 heinäelokuussa [141; 150].

Venäjän puolustusministeriö julkisti 3. elokuuta 2019 videon ja raportin Ohotnik UCAV ensilennosta tuolta päivältä. Ensilento suoritettiin Venäjän 929. koelentokeskuksessa ja se oli kestoaltaan noin 20 minuuttia. Ensilento toteutettiin täysin maassa olleen operaattorin kauko-ohjauksella. [66; 140; 151] Ohotnik UCAV:n ensilennon uutisoinnista vastasi suoraan Venäjän puolustusministeriö eikä valmistaja Suhoi, mikä osaltaan osoittaa tämän projektin tärkeyden Venäjälle.

Ohotnik UCAV:stä sanotaan tulevan Venäjän kuudennen sukupolven hävittäjä. Se on kuvien ja lähteiden perusteella flying wing -mallia, josta ei ole erikseen erotettavissa runkoa eikä pyrstöä. [141] Ohotnik vastaa kokoluokaltaan Yhdysvaltojen F-15 -hävittäjää. Sen siipien kärkiväli on arvioitu olevan noin 19 metriä ja painon noin 20 tonnia. Siinä tultaneen käyttämään komposiittimateriaalia ja häivepinnoitetta havaittavuuden vaikeuttamiseksi. UCAV:n voimanlähteenä on suihkumoottori ja sen suunniteltu maksiminopeus on noin 1 000 km/h. Tavoiteltava suorituskyky Ohotnik UCAV:llä on sanottu olevan vastustajan ilmapuolustuksen ja johtamisjärjestelmien tuhoaminen erityisesti tilanteissa, joissa ei haluta riskeerata miehitettyjä aselavetteja. [141; 149] Vaikka Ohotnik UCAV:stä on kerrottu tulevan kuudennen sukupolven hävittäjä, se luultavammin tulee toimimaan ennemmin pommikoneena tai rynnäkölennokkina. Tätä

arviota puoltaa tiedot, joiden perusteella se ei kykene kilpailemaan hävittäjien kanssa, koska se ei kykene ilmataisteluun [152].

S-70 Ohotnik UCAV on yksimoottorinen, mikä on poikkeavaa kyseisen kokoluokan lentokoneille. Testilento-versio on luultavasti varustettu AL-41F-1 -moottorilla, jota on käytetty Su-57 -koemalleissa ja jota käytetään Su-35S -hävittäjässä. Kyseinen moottorimalli on erittäin todennäköisesti vain koemalli ja se tullaan luultavasti vaihtamaan sarjatuotantoversioon. [66] Testilento-versiossa olleessa moottorissa oli jälkipoltin, mitä ei luultavasti tulla käyttämään tai tarvitsemaan lopullisessa versiossa, koska jälkipoltin heikentäisi UCAV:n häiveominaisuuksia.

Ohotnik UCAV:n koon perusteella on arvioitu, että sen rungon sisäiseen tai sisäisiin laukaisulaitteisiin voitaisiin ladata Su-57 -häivehävittäjää varten kehitettyjä uuden sukupolven ohjuksia ja ammuksia [141]. Osa asiantuntijoista pitää kuitenkin epätodennäköisenä, että aseistus tulisi olemaan rungon sisällä, koska rungon tilavuutta on vaikea arvioida [66]. Aseistuksen sijoittaminen rungon ulkopuolelle heikentäisi kuitenkin UCAV:n häiveominaisuuksia. Mikäli Venäjä tavoittelee häivekykyistä UCAV:tä, voidaan aseistuksen sijoittamista rungon sisälle pitää kuitenkin mahdollisena tai jopa todennäköisenä. Tätä puoltaa myös se, että käytettävän aseistuksen on kerrottu olevan pienikokoisia ohjuksia ja pommeja [66].

Su-57 -hävittäjässä käytettäviä osia tullaan erittäin todennäköisesti käyttämään myös S-70 Ohotnik UCAV:n sarjatuotantoversiossa, jolloin saavutetaan yhdenmukaisuutta, osien parempaa saatavuutta ja vähennetään materiaalikustannuksia [66]. Uutisoinneissa on myös mainittu mahdollisuus Ohotnik UCAV:n ja Su-57 -hävittäjän väliseen yhteistoimintaan. Yhteisoperoinnissa Su-57 toimisi johtokoneena ja Ohotnik UCAV toimisi siipikoneena [141]. Tätä on jo testattu Ohotnik UCAV:n ja Su-57 -hävittäjän yhteisellä testilennolla [153]. Yhteisoperointi voisi olla taktisesti ajateltuna järkevää, koska Su-57:ssä on kehittynyt tutka [154] ja se voisi toimia johtokoneena taustalla, tutkatien ja maalaten kohteita edessä meneville UCAV:ille. Ohotnik UCAV on myös arvioitu olevan varustettu tutkalla [141]. Tämä mahdollistaisi myös sen, että Ohotnik UCAV:llä tuotettaisiin Su-57 -hävittäjälle ilmatilannekuvaa, mikäli yhteisoperoinnissa Ohotnik lentäisi selvästi Su-57 -hävittäjän edellä.

Ohotnik UCAV:n on sanottu olevan häivekykyinen, niin muotoilun kuin käytettävien materiaalin johdosta. Häivekyvykkyyttä on kuitenkin kritisoitu ja epäilty. Vuoden 2019 tammikuun alussa julkaistut ensimmäiset kuvat UCAV:stä nostivat epäilykset esille. Ohotnik oli varustettu tavanomaisella suihkusuuttimella, joka käytännössä alentaa häiveominaisuuksia merkittävästi.

Lisäksi UCAV:ssä oli havaittavissa useita eri antennoja, ilmanottoaukkoja, poistoaukkoja, antureita ja muita ulkonevia rakenteita, jotka käytännössä pilaavat häivekyvykkyyden. [155] Osa näistä koneen pinnan rosoisuutta lisäävistä osista on luultavasti vain koneen testilentoja varten. Tätä arviota puoltaa se, että vuoden 2019 elo-syyskuun vaihteessa järjestetyssä Venäjän kansainvälisessä avaruus ja ilmailunäyttelyssä, MAKS 2019, oli esillä Ohotnik UCAV:n mallikapale, jossa moottorin suihkusuutin oli muokattu häiveominaisuuksiltaan paremmaksi [156]. Tämä voi myös osoittaa sen, että käytettävää moottorityyppiä on jo vaihdettu.

Ohotnikin on sanottu kykenevän toimimaan täysin itsenäisesti ilman yhteyttä maa-asemalla olevaan operaattoriin. Elokuun alussa suoritettu ensimmäinen koelento toteutettiin täysin radio-ohjauksella. [140] Itsenäiseen operointiin kykenevä UCAV vaatii jonkinasteista tekoälyä toimiakseen. Tämän kehityksen tilannetta ei ole vielä julkaistu ainakaan Ohotnik UCAV:n osalta. Vaikka Ohotnik kykenisi autonomiseen lentotoimintaan, lentoonlähdön, tehtävän suorittamisen ja laskeutumisen osalta, on kuitenkin uutisoitu, että asejärjestelmien käyttö tulee säilymään ihmisen toteuttamana [157]. On myös nostettu esille, että Ohotnik saattaa jäädä lopulta vain prototyyppiä ja siinä olleita järjestelmiä ja ratkaisuja tultaisiin käyttämään tulevaisuuden UCAV:iden kehitystyössä [149].

Ohotnik UCAV on tällä hetkellä koelentovaiheessa. Mikäli sen kehitystä jatketaan ja se viedään sarjatuotantoon, tullaan se näkemään operatiivisessa toiminnassa vasta muutaman vuoden kuluessa. Arvioiden mukaan sarjatuotannon käynnistäminen kestää todennäköisesti vähintään 3-4 vuotta [66]. Ohotnik UCAV:n koelentotoiminta painottuu vuosien 2023 ja 2024 välille ja mahdollisen sarjatuotannon toimitukset on uutisoitu alkavaksi vuonna 2025 [158]. Venäjän puolustusministeriö on päättänyt, että Ohotnik UCAV:t tullaan ensimmäisenä sijoittamaan eteläisen ja läntisen sotilaspiirin alueille vuonna 2024 muodostettaviin yksiköihin [159]. Sarjatuotannon käynnistyminen vuonna 2025 vaatii, että loppuvaiheen koelentotoiminta onnistuu lähes täydellisesti, sillä se painottuu ajankohdallisesti hyvin lähelle vuotta 2025. Mikäli koelentotoiminnassa havaitaan joitain puutteita tai rajoitteita suorituskäytössä, on hyvin mahdollista, että sarjatuotannon käynnistyminen viivästyy suunnitellusta.

Orion

Orion UAV on 3. luokan kiinteäsiipinen MALE-UAV. UAV:n kehittäjänä on Kronštadt Group, jonka kanssa Venäjän puolustusministeriö laati sopimuksen UAV:n kehittämisestä vuonna 2011. Ensimmäisen kerran Orion oli julkisesti esillä vuonna 2017 Venäjällä järjestetyssä ilmai-

lunäyttelyssä. [49, s. 71] Orion UAV:n siipien kärkeväli on noin 16 metriä ja sen lentoonlättopaino on maksimissaan 1 000 kilogrammaa. Sen lentokorkeus on noin 7 500 metriä. Toimintatasiteeksi on ilmoitettu 250 kilometriä ja toiminta-ajaksi 24 tuntia. Hyötykuormana Orion UAV:ssä voidaan käyttää perinteisiä elektro-optisia sensoreita, maalinosoituslaseria, etäisyysmittaria, ELINT-järjestelmiä, tutkia tai aseistusta. [47] Orion on mahdollista purkaa kuljetusta varten osiin, jolloin se kyetään kuljettamaan maateitse yhdessä merikontissa [35]. Ulkoiselta muodoltaan se muistuttaa hyvin paljon amerikkalaista MQ-1 Reaper UAV:tä, varsinkin sen V-muotoisen pyrstön takia.

Vuoden 2018 syyskuussa Kronštadt Group esitteli Orion UAV:stä myös version, joka kyettäisiin aseistamaan ja jolla kyettäisiin toteuttamaan aseellisia iskuja. [49, s. 71] Aseistettu Orion UCAV on esitelty yhdessä 50 kilogramman ohjuksen kanssa, jonka Orion UAV:n valmistaja on kehittänyt. Orion UAV pystyy tiedotteiden perusteella kantamaan 200 kilogramman verran hyötykuormaa. [35] Painon puolesta se kykenisi kantamaan neljä tämänkaltaista ohjusta.

Kronštadt Group tutkii myös mahdollisuutta valmistaa kehittyneempää versiota Orion UAV:stä, mikä käy ilmi syyskuussa 2018 julkaistusta mediatiedotteesta. Tämä kehittyneempi versio omaisi erityisesti korkeamman lentokorkeuden ja sitä nimitetään Orion-2 UAV:ksi. [49, s. 71] Orion-2 UAV on 3. luokan HALE-UAV. Sen lentoonlättopainoksi on ilmoitettu 5 000 kilogrammaa, lentokorkeudeksi 12 000 metriä ja lentonopeudeksi 350 km/h. [47] On kuitenkin todennäköistä, että Orion-2 UAV tulisi käyttöön vasta Orion UAV:n sarjatuotannon käynnistyttyä, koska tällöin kehitystyössä voitaisiin ottaa huomioon Orion UAV:ssä toteutetut ratkaisut.

Eri uutislähteiden mukaan Orion UAV:tä ja sen UCAV versioita on vuoden 2019 aikana käytetty Syyriassa osana koelentotoimintaa ja testaustoimintaa. Tämän toiminnan tarkoituksena on ollut saada kokemuksia Orionin käytettävyydestä taisteluolosuhteissa ja todellisessa toimintaympäristössä. Uutisoinnin mukaan Orion UCAV versiota oltaisiin kokeiltu Syyriassa nimenomaan siihen asennettujen neljän ohjuksen kanssa. [142; 160; 161] Myös Venäjän puolustusministeri Šoigu totesi puolustusministeriölle pitämässään vuotuisessa puheessaan vuoden 2019 lopussa, että Orion UCAV:n versiota on testattu taisteluolosuhteissa Syyriassa [162].

Eri uutistoimistot ja asiantuntijat ovat pitäneet mahdollisena, että Iran olisi tukenut Venäjää UAV:iden kehittämisen suhteen. Venäläisten valmistama Orion UAV on hyvin samankaltainen kuin Iranin kehittämä Shahed UAV, mikä on herättänyt ajatuksia yhteistyöstä Orion UAV:n

kehittämisen suhteen. Yhteistyön mahdollisuutta tukee se, että Venäjä ja Iran ovat molemmat operoineet yhdessä miehittämättömiä ilma-aluksiaan Syyriassa. [163; 164]

Elokuussa 2019 uutisoitiin, että Orion UAV:n tuotantovaihe käynnistetään, kun Kronštadt Group oli saanut ensimmäisen tuotantotilauksen. Yhtiön tavoitteena on tuottaa vuosittain seitsemän Orion järjestelmää, joista jokainen pitää sisällään kolmesta kuuteen UAV:tä. [165] Tämä on osittain ristiriitainen tieto, sillä koelennot eivät tietävästi ole vielä täysin suoritettuja. Aina-kin vuoden 2019 loppupuolella uutisoitiin, että Orion UAV oli syöksynyt maahan kesken koelentojen teknisen vian takia [166]. Tuotantovaiheen käynnistäminen ennen koelento-ohjelman loppuunsaattamista on tuskin todellista.

Orion UAV:n tai vastaavien kooltaan suurien ja aseistettujen UCAV:iden massamaiseen käyttöön on luultavasti vielä aikaa, mutta kokeilutoiminta Syyriassa osoittaa, että Venäjän puolustusministeriöllä on selkeä pyrkimys saada tämänkaltainen asejärjestelmä käyttöönsä [161]. Asiantuntijat ovat arvioineet, että on mahdollista, että Orion UCAV tulee asevoimien käyttöön jo vuoden 2020 aikana [167]. Julkaistujen tietojen ja havaintojen perusteella Orion UCAV tulee luultavasti olemaan ensimmäinen Venäjän asevoimien miehittämätön taisteluilma-alus.

Orlan-30

Orlan-30 on Orlan-10 UAV:n pohjalta kehitetty 1.luokan kiinteäsiipinen miehittämätön ilma-alus. Ulkoisesti se muistuttaa edeltäjäänsä, mutta Orlan-30 UAV:n lentoonlähdepaino on lähes kaksinkertainen, noin 30 kilogrammaa. Sen toimintasäde on myös kasvanut noin 300 kilometriin. Orlan-30 UAV:n toiminta-ajaksi on ilmoitettu 5 tuntia, mikä on hieman lyhyempi kuin Orlan-10 UAV:n toiminta-aika. [143] Tämä luultavasti johtuu siitä, että ulkoiset mitat ovat pysyneet samana, mutta UAV:n paino on kasvanut. Orlan-10 UAV:n tapaan Orlan-30 UAV:n lentoonlähtö tapahtuu katapultin avulla, mikä mahdollistaa sen operoinnin myös pienestä tilasta. Vuoden 2019 loppupuolella uutisoitiin, että Orlan-30 tulee Venäjän asevoimien käyttöön vuoden 2020 aikana ja tietojen mukaan sitä on jo käytetty Syyriassa osana koelentotoimintaa. [143; 168; 169]

Orlan-30 UAV on edeltäjänsä tapaan suunniteltu ISR ja ISTAR-tehtäviin. UAV:ssä on kerrottu käytettävän modernisoituja elektro-optisia sensoreita. Siinä on kuitenkin edeltäjäänsä nähden korostettu laserosoituskyyä. Sen avulla Orlan-30 UAV:tä voidaan käyttää täsmäaseiden maalinosoitukseen. Uutisoinnin mukaan Orlan-30 UAV:tä tullaan käyttämään maalinosoitukseen

esimerkiksi tykistön käyttämille ohjautuville ammuksille ja ilmavoimien ohjautuville pommeille. [143; 168] Tämä lienee ensimmäisiä UAV:tä, joissa tullaan käyttämään reaaliaikaista maalinosoitusta täsmäaseille.

5. MIEHITTÄMÄTTÖMIEN ILMA-ALUSJÄRJESTELMIEN TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT VENÄJÄN ASEVOIMOISSA

Venäjän presidentti Vladimir Putin totesi vuonna 2017, että tulevaisuudessa sotia tullaan käymään miehittämättömillä ilma-aluksilla. Samalla hän totesi, että sillä osapuolella, jonka miehittämättömät ilma-alukset tuhotaan toisen osapuolen miehittämättömillä ilma-aluksilla, ei ole muuta vaihtoehtoa kuin antautua. [170] Venäjän miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien kehityskulkua tarkasteltaessa vaikuttaa siltä, että Venäjä pyrkii saavuttamaan lähitulevaisuudessa sellaisen määrällisen ja laadullisen UAS:ien tason, että se voi yltää näihin toteamuksiin.

Yhdysvalloissakin on nostettu esille Venäjän miehittämättömien ilma-aluksien kehityksen tilanne. Samaan aikaan, kun esimerkiksi Yhdysvalloilla on käytössä kolme erilaista UAS:ää, Venäjällä on kehitteillä yli 16 erilaista UAV:tä niin taktiselle kuin strategiselle tasolle. Heidän näkemyksensä mukaan Venäjä on nousemassa Yhdysvaltojen edelle UAV:iden määrän, laadun ja käytön suhteen erityisesti, jos kehitystyö käynnissä olevien hankkeiden osalta onnistuu. Venäjä tulee myös voittamaan Yhdysvallat UAV:iden toimintamatkan suhteen näiden hankkeiden onnistuessa. [171] Asymmetric Warfare Group:n käsikirjan mukaan Venäjän UAV:iden käyttö ISR-tehtäviin ja ei-kineettiseen vaikuttamiseen, kuten elektroniseen häirintään, tulee jatkossakin olemaan yksi keskeisistä käyttötarkoituksista. Näiden lisäksi UAV:iden hyödyntäminen kineettiseen vaikuttamiseen ja parveiluun tulee kasvamaan tulevaisuudessa. Erityisesti kaupallisia UAV:itä, kuten multikoptereita, tullaan jatkossa käyttämään enenevässä määrin kineettisen vaikutuksen viemiseen kohteeseen, joko pudottamalla multikopterista räjähteitä tai räjäyttämällä itse multikopteri kohteessa. Tämänkaltaisen taktiikan mahdollistaa kaupallisten UAV:iden kasvava kuorman kantokyky, jolloin suurempienkin räjähdysainemäärien kuljettaminen mahdollistuu. [76, s. 44]

Nykyaikaiset miehittämättömät ilma-alukset pystyvät toteuttamaan lähes kaikkia tehtäviä, mitä miehitetyillä ilma-aluksilla on tähän asti toteutettu ja osin jopa paremmin. Niillä pystytään hyökkäämään ja käyttämään aseellista vaikuttamista vihollisjoukkoja vastaan, suorittamaan tiedustelutehtäviä ja muodostamaan tilannekuvaa operaatioalueesta, toteuttamaan elektronista sodankäyntiä eri menetelmin, kyllästäämään vihollisen käyttämät sähkömagneettisen spektrin alueet, luomaan valemaaleja vihollisen ilmapuolustukseen sekä niillä voidaan osoittaa maaleja kauaskantoisille ja epäsuorantulen asejärjestelmille. [172] Tämän lisäksi UAV:iden pitkä toiminta-aika ja alhainen lentonopeus viholliskohteen yllä on selkeä etu miehitettyihin ilma-aluksiin verrattuna. UAV:t ovat tämän vuoksi esimerkiksi tehokkaita tutkaan hakeutuvien aseiden lavetteja, koska ne voivat lentää pitkän aikaa ja odottaa vihollisen tutkan aktivoitumista [172].

Miehittämättömiä ilma-aluksia tullaankin jo lähitulevaisuudessa käyttämään laajasti eri tehtäviin ja myös uusia tehtävätyyppejä tulee luultavasti nousemaan esiin, kun teknologia kehittyy ja miehittämättömien ilma-aluksien käyttöpotentiaali eri tehtäviin kasvaa [18, s. 31]. Lähitulevaisuudessa UAV:itä voidaan käyttää esimerkiksi maahanlaskujoukkojen tukena kaluston tai täydennyksien kuljetustehtäviin [114].

Länsimaiden arvioiden mukaan miehittämättömät ilma-alukset tulevat olemaan keskeinen osa Venäjän sodankäyntiä tulevaisuudessa [26, s. 13; 173]. Tämän johdosta esimerkiksi vuonna 2017 laaditussa raportissa korostetaan, että Venäjän UAV:illä toteutettava jatkuva tiedustelu ja valvonta on otettava huomioon harjoiteltaessa Venäjän mahdollisia sotatoimia vastaan [75, s. 12]. Venäjän on raportoitu kertoneen, että se tulee varustamaan jokaisen maavoimien prikaatinsa UAV-komppanioilla, joita käytettäisiin tiedusteluun, valvontaan ja maalinosoitukseen [75, s. 6]. Venäjä on vuoden 2019 aikana kohdentanut UAV:itä myös ohjusrikaatiensa alaisuuteen [174, s. 172]. UAV:iden integroiminen suoraan eri taistelevien yksiköiden alaisuuteen tulee todennäköisesti laajenemaan tulevaisuudessa kattamaan lähes kaikki Venäjän asevoimien yksiköt, koska sama johtosuhde mahdollistaa niiden yhteiskäytön joustavasti. Tämä mahdollistaa myös UAV:iden tuottaman tiedustelu- ja maalitiedon nopeamman käytettävyyden ja asevaikutusten jälkitiedustelun sekä tulen korjaamisen. Venäjä tulee luultavasti muodostamaan tulevaisuudessa myös erillisiä UCAV-osastoja, joita voidaan käyttää taistelevien joukkojen tukena tai itsenäisissä hyökkäyksellisissä operaatioissa.

Tarkasteltaessa viime vuosien aikaista Venäjän asevoimien harjoitustoimintaa voidaan havaita, että miehittämättömien ilma-aluksien käyttö on ollut koko ajan kasvavana trendinä. Vuodesta 2014 alkaen miehittämättömiä ilma-aluksia on jatkuvasti käytetty harjoitustoiminnassa ja vuoden 2019 Venäjän asevoimien strategisessa pääsotaharjoituksessa miehittämättömiä ilma-aluksia käytettiin erittäin laajasti [113]. Tämä kehityskulku vaikuttaa todennäköiseltä myös tulevaisuudessa ja miehittämättömien ilma-aluksien rooli harjoitustoiminnassa tulee säilymään vahvana, varsinkin kun asevoimat ovat saamassa lähiaikoina uusia miehittämättömiä ilma-alusjärjestelmiä käyttöönsä. Harjoitustoiminta on keskeisessä osassa uusien suorituskykyjen integroimisessa osaksi taistelujärjestelmää.

Venäjä tulee jatkossakin käyttämään eri kokoluokan ja toimintamatkan UAV:itä niiltä haluttujen suorituskykyjen mukaisesti. Esimerkiksi tykistön maalitiedusteluun ei ole kannattavaa kehittää isompia järjestelmiä, koska nykyisillä taktisen tason UAV:illä on riittävä toimintamatkan tämän tehtävän täyttämiseen. UAV:iden kokoluokan kasvattaminen lisää myös niiden havaittavuutta, mikä tiedustelu-UAV:n tehtävän kannalta ei ole tavoiteltavaa. Myös lentoonlähtö- ja

laskeutumisalueet vaativat isomman tilan, kuten kiitotien, kun verrataan esimerkiksi nykyisiin katapultilla laukaistaviin UAV:ihin. [51, s. 377] Pienten UAV:iden suurimpana hyötynä ainakin tällä hetkellä on niiden havaitsemisen vaikeus ja tehokkaiden vastatoimien riittämättömyys. Pienten UAV:iden havaitseminen tai niiden ohjauspaikan tunnistaminen voi olla erittäin haastavaa tukkoisesta sähkömagneettisesta spektristä kiireisellä taistelukentällä [75, s. 7]. Nykyaikaiset ilmapuolustusjärjestelmät eivät ole riittävän tehokkaita pienikokoisia miehittämättömiä ilma-aluksia vastaan ja niiden havaitseminen eri mittaustiedustelulaitteilla on vaikeaa [175]. Vastaavasti suuremman kokoluokan UAV:t ovat tarpeen esimerkiksi UCAV:ien osalta, jotta hyötykuorman kantokyky saadaan riittäväksi. Pieniä UAV:itä ei voida varustaa esimerkiksi rakkailla ohjuksilla, niiden alhaisen kantokyvyn takia.

Vaikka Venäjällä on käynnissä useita suuren kokoluokan UAS-kehityshankkeita, Venäjä jatkaa samalla myös käytössä olevien taktisen tason UAV:iden kehittämistä. Esimerkiksi Orlan-10 UAV:n pohjalta kehitetty Orlan-30 UAV on tulossa käyttöön ja Eleron-3 tuoteperhettä ollaan kasvattamassa Eleron-5 ja Eleron-7 UAV:illä [58; 138; 143]. Taktisen tason UAV:iden kehityksen kasvavana trendinä on niiden ketteryyden kasvattaminen niin lento-ominaisuuksien kuin käytettävyyden kannalta. Pystysuora nousu- ja laskeutumiskyvykyys (VTOL) on yksi keskeinen kehitysnäkymä taktisen tason UAV:issa [104, s. 108]. Sen avulla niiden käytettävyys erilaisissa toimintaympäristöissä monipuolistuu, kun ne voivat leijua kohteen yllä ja niiden lento-oonlähtö ja laskeutuminen kyetään toteuttamaan hyvin pienessä tilassa.

Venäläisen sodankäynnin lähestymistapa vaikuttaa edelleen olevan ja vaikuttaa myös tulevaisuudessa olevan se, että aluevaikutteisella tykistöllä, jotka käyttävät perinteisiä ammuksia, voidaan päästä samaan lopputulokseen tai jopa parempaan kuin täsmäaseilla. Tykistöä on kuitenkin tuettava nykyaikaisilla C4ISR- ja ISTAR-järjestelmillä, kuten UAV:iden tuottamalla tiedustelu- ja maalinosoituskyvyllä. Analyytikot ovat korostaneet, että Venäjä luottaa edelleen massamaiseen voimaan ennemmin, kuin he korvaisivat vanhat käytännöt kokonaan uusilla taistelutekniikoilla. [176, s. 52] Tämän osoittaa muun muassa vuoden 2019 Venäjän asevoimien harjoitustoiminta, jossa yhtenä keskeisenä painopisteenä on ollut UAV:iden ja tykistön välisen yhteistoiminnan kehittäminen sekä maalittamisen ja asevaikutuksen välisen ajan minimointi [174, s. 172].

Venäjä vaikuttaa jatkavan asevoimien vaikuttamisketjun kehittämistä. Tällä Venäjä pyrkii nopeuttamaan tiedustelutiedon välittämistä tulenkäytönjohtamisen järjestelmiin, jotta asevaikutus saataisiin aikaiseksi nykyistä nopeammin. Miehittämättömien ilma-aluksien tiedusteluky-

vyn avulla Venäjä on jo nyt kyennyt nopeuttamaan kolminkertaisesti asevaikutuksen toimeenpanoa. UAV:itä tullaan luultavasti linkittämään osaksi Venäjällä käytössä olevan Strelets tiedustelu- ja johtamisjärjestelmää, jolloin viholliskohteiden sijainti saadaan lähes reaaliaikaisesti välitettyä ampuville yksiköille. [85, s. 3-7] UAV, joka on liitetty osaksi Strelets-järjestelmää, kykenee tunnistamaan ja luokittelemaan viholliskohteita, paikantamaan niiden sijainnin ja välittämään tiedot ampuville joukoille reaaliaikaisesti [77, s. 149-150]. Toisena tiedonvälitystä parantavana järjestelmänä on uutisoitu kehityksen loppuvaiheessa olevan OSNOD-datalinkin hyödynnettävyys myös miehittämättömissä ilma-aluksissa. OSNOD-datalinkki on länsimaiden Link 16 -järjestelmään rinnastettava järjestelmä, joka mahdollistaa kaksinkertaisen tiedonsiirtomäärän ja paremman häirintäsietokyvyn aikaisempiin venäläisiin datalinkkeihin verrattuna. Tätä järjestelmää suunnitellaan käytettäväksi myös UAV:issa joko sellaisenaan tai kevyempänä versiona. [177; 178]

Yksi keskeisimmistä lähitulevaisuuden suorituskyvyistä, jonka Venäjän asevoimat tulevat saamaan käyttöönsä, on miehittämättömät taisteluilma-alukset. Vuonna 2011 käynnistetyt kolmen eri kokoluokan UCAV:n, Altius, Orion ja Ohotnik, kehitystyöt tulevat erittäin todennäköisesti valmistumaan 2020-luvun aikana [158; 161; 167]. Todennäköistä on, että Venäjän asevoimat tulevat saamaan ensimmäisen UCAV:n käyttöönsä jo 2020-luvun alussa tai viimeistään puolivälissä [146; 166]. Venäjän asevoimien ensimmäinen miehittämätön taisteluilma-alus tulee luultavasti olemaan Orion UCAV, koska se vaikuttaa olevan pisimmällä koelentotoiminnan osalta ja joidenkin arvioiden mukaan se tulisi valmistumaan jo vuoden 2020 aikana [162]. Todennäköistä on myös se, että Venäjän asevoimat tulevat aloittamaan harjoittelun ja operoinnin UCAV:illä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta ne kykenevät luomaan niille operatiiviset käyttöperusteet ja mahdollisesti esittämään uusia vaatimuksia ja parannusehdotuksia vielä käynnissä olevilla ja seuraaville kehitysversioille. On mahdollista, että Venäjä tulee kehittämään näistä UCAV:ista saatujen kokemusten perusteella seuraavia UCAV:jä tai modifioimaan näitä. Joka tapauksessa Venäjän asevoimat näyttävät saavan lähitulevaisuudessa käyttöönsä aseistettuja miehittämättömiä taisteluilma-aluksia ja siten saavuttamaan muut sotilaalliset suurvallat tällä saralla.

Yhtenä venäläisen miehittämättömän ilmailun todennäköisenä kehityssuuntana voi olla yhteisoperointi miehitettyjen ilma-alusten kanssa [179]. Tästä on jo esitetty viitteitä S-70 Ohotnik UCAV:n kehitystyön suhteen. Syyskuussa 2019 S-70 Ohotnik lensi koelennon yhdessä Su-57 monitoimihävittäjän kanssa. Testilennon aikana testattiin Ohotnik UCAV:n kykyä välittää sen tutkan näkymää takana lentävälle Su-57:lle. Tämän avulla olisi mahdollista kasvattaa Su-57:n

kykyä ampua kauaskantoisia ilmataisteluohjuksia vihollisen tulivaikutuksen ulkopuolelta. [153] Tämä toimintatapa on todennäköistä erityisesti miehittämättömien taisteluilma-aluksien suhteen.

Miehittämättömän ja miehitetyn ilma-aluksen yhteisoperointi mahdollistaisi tehtävien jakamisen, jolloin ohjaajalle tulevaa informaatiotulvaa voitaisiin vähentää [179]. Esimeriksi yhteisoperoinnissa UCAV voisi toteuttaa ilmasta maahan -tehtävää ja samanaikaisesti hävittäjän ohjaaja voisi keskittyä ilmasta-ilmaan taisteluun tehtävään optimoidulla konekalustolla. Tällöin myös hävittäjäohjaajan käsiteltävä tietomäärä vähenisi. Nykyisin ilmasta maahan tehtävälle lähtevä monitoimihävittäjä tai rynnäkkökone on lähtökohtaisesti aseistettava myös omasuojan kannalta ilmasta-ilmaan aseistuksella, mikä luonnollisesti pienentää ilmasta maahan aseistuksen määrää. Yhteisoperointia toteutettaessa koneiden varustus voitaisiin optimoida tehtävätyypin mukaisesti.

Teknologia mahdollistaa jo nykyaikana usean UAS:än välisen kommunikoinnin ja UAS:ien ja hävittäjien välisen kommunikoinnin. [180, s. 177] Miehitetyn ja miehittämättömän ilma-aluksen yhteistoiminta on tulevaisuudessa mahdollista ja todennäköistä, mutta se vaatii teknologisten ratkaisuiden varmentamista. Esimerkiksi tiedonvälitys, niin paikkatiedon kuin liikesuunnan, eri ilma-alusten välillä tulee olla saumatonta, jotta yhteistoiminta olisi turvallista ja luotettavaa. Ilman näiden toimintojen varmentamista on mahdollista, että yksittäisen toiminnon menettäminen, kuten UAV:n paikkatiedon menettäminen, aiheuttaisi vaaraa lentoturvallisuudelle.

Venäjällä ei ole tiettävästi vielä satelliittiyhteyden avulla toimivia miehittämättömiä ilma-aluksia, mutta vuoden 2020 alussa uutisoitiin, että Altius UAV:n prototyyppi oli lentänyt koelennon satelliittiyhteyden avulla. Koelennon aikana ohjauskomennot ja tietoliikenne välitettiin maaseman ja UAV:n välillä satelliittien kautta. [108] Satelliittiyhteyden lisääminen UAV:n operointiin tarkoittaa sitä, että viestiyhteydet eivät rajoita UAV:n toimintaetäisyyttä. Tämän ominaisuuden kehittäminen ja käyttöön saaminen mahdollistaa myös olemassa olevien UAV:iden toimintaetäisyyden kasvattamisen tulevaisuudessa, mikäli tietoliikenneyhteydet ovat sitä aikaisemmin rajoittaneet.

Venäjä on useaan otteeseen ilmaissut tarpeensa kehittää ase-, tiedustelu- ja johtamisjärjestelmiään verkostokeskeisemmäksi, jotta eri järjestelmien välisiä rajapintoja saataisiin vähennettyä. UAV:iden integroiminen osaksi verkostokeskeistä järjestelmäkokonaisuutta on nostettu keskeiseksi kehityskohteeksi. Olemassa olevien järjestelmien yhdistäminen on kallista ja aikaa vie-

vää, mutta kehitystyö näyttää menevän tähän suuntaan. [51, s. 227, 377] Vuonna 2017 uutisoitiin, että Venäjä pyrkii kehittämään sovelluksia, joiden avulla UAV kykenee itsenäisesti tunnistamaan viholliskohteita erilaisissa toimintaympäristöissä. Tämän tavoitteena on saada UAV:t tunnistamaan viholliskohteen uhkataso, parametrit ja sijainti, mitkä välitettäisiin tulenkäytön johtamisjärjestelmään. [85, s. 3-5] Tämä lisäisi huomattavasti saatavan tiedustelutiedon määrää ja käytettävyyttä, kun tieto ei olisi vain UAV-operaattorin tulkinnan varassa. Nykyisin UAV-operaattori tulkitsee UAV:n välittämää kuvaa ja havainnoi siitä mahdolliset vihollistiedot [81, s. 9].

Venäjän UAV-kehitys vaikuttaa todennäköiseltä myös niin kutsuttujen kamikaze-UAV:iden osalta. Näihin on kohdistunut voimakasta kiinnostusta, kun niiden käytön hyödyllisyys osoitettiin Azerbaidžanin ja Armenian välisessä konfliktissa huhtikuussa 2016. Venäläiset upseerit näkevät nämä kamikaze-UAV:t potentiaalisena keinona erityisesti länsimaaisia panssaroituja joukkoja vastaan. [75, s. 7] Venäjä on myös aikeissa selvittää keinoja UAV:iden valmistuskustannusten minimoimiseksi. Yhtenä vaihtoehtona on tarkasteltu 3D-tulostettujen UAV-aihioiden valmistamista [51, s. 377]. 3D tulostus kamikaze-UAV:iden valmistamisessa voisi olla yksi potentiaalinen vaihtoehto tulevaisuudessa. Tämän myötä hyökkäävän osaston täytyisi kuljettaa mukanaan vain UAV:n komponentteja ja räjähteitä 3D-tulostimen lisäksi, jolloin vaadittavan kuljetustilan määrä olisi pienempi, kuin mitä se on kokonaisten UAV:iden kuljettamisen osalta.

Kamikaze-UAV:t tai lentävät ammukset (loitering munition) ovat yleistyneet maailmalla räjähdysmäisesti viimeisen kymmenen vuoden aikana [181, s. 20]. Myös Venäjä on kehittänyt näitä järjestelmiä ja ne ovat johdannaisia miehittämättömien ilma-aluksien kehittämisestä. UAV:n ja ohjuksen hybridit ovat yleisesti varustettu elektro-optisilla- ja infrapunakameroilla, jotka mahdollistavat kohteen tiedustelun, tunnistamisen ja lukittautumisen kohteeseen, jonka jälkeen se lentää kohteeseen ja räjähtää. Tämänkaltaiselle järjestelmälle on ominaista sen kyky lentää kohteen tai kohteiden yllä ennen kohteen valintaa ja vaikuttamista. [181, s. 20–21] Järjestelmä voidaan lennättää kohdealueelle, jossa se etsii maalin ja mahdollisesti valikoi maalin, johon vaikutetaan, siihen ennalta ohjelmoitujen parametrien perusteella. Koko ajan lisääntyvä autonomisuus ja tämänkaltaisten järjestelmien suhteellisen matala hinta mahdollistavat niiden hyödyntämisen tulevaisuudessa. Niiden keskeisimpänä etuna tykistön käyttämiin ammuksiin tai raketin heittämistöön verrattuna on laukaisutapahtuman vaikea tiedusteltavuus. Esimerkiksi KUB UAV laukaistaan katapultin avulla [130], jolloin esimerkiksi vastatykistötutka ei havaitse laukaisutapahtumaa. Tämä puolestaan mahdollistaa asevaikutuksen toimittamisen kohteeseen ilman ennakkovaroitusta.

Venäjä julkaisi valtion virallisen tekoälystrategian lokakuussa 2019 [182]. Tekoälystrategia painottuu tekoälyn tieteelliseen tutkimukseen ja kehittämiseen, ohjelmistojen ja laitteistojen investointiin sekä tekoälyn käyttämän datan laadun ja käytettävyyden kehittämiseen. Tämän lisäksi strategian avulla pyritään houkuttelemaan ja kouluttamaan osaajia tälle alalle. [183] Tekoälystrategia ei suoranaisesti painotu sotilaallisiin ratkaisuihin, mutta siitä voidaan olettaa olevan hyötyä myös Venäjän asevoimille tulevaisuudessa. Vuonna 2018 Putin totesi, että digitaalisen teknologian, tekoälyn, robotisaation ja miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien tulee olla Venäjän asevoimien laadukkaan kehityksen kohteina [184]. Venäjän asevoimien kannalta tämä tulee luultavasti edesauttamaan johtamisjärjestelmien, UAS:issa käytettävien sensorijärjestelmien, tiedonsiirtojärjestelmien ja myös itse UAS:ien kehittämisessä, joissa kehittyneestä ohjelmistoteknologiasta on hyötyä.

Tekoäly tai pikemminkin kehittynyt ohjelmistoteknologia mahdollistaa miehittämättömissä ilma-aluksissa muun muassa sensoreiden tuottaman datan tehokkaamman tulkinnan. Venäjän puolustusministeriö on kertonut, että Venäjällä on suunnitteilla ohjelmisto, jonka avulla olemassa oleviin UAV:iden sensoreihin voidaan liittää kyky tunnistaa ja yksilöidä mahdolliset kohteet itsenäisesti [185]. Tämä lisää UAV:iden itsenäisten toimintojen määrää [104, s. 104]. Näistä toiminnoista on olemassa viitteitä, joten voidaan olettaa, että tekoäly tulee lisääntymään miehittämättömissä ilma-alusjärjestelmissä lähitulevaisuudessa. Esimerkiksi Venäjällä kehitetyssä Orion UAV:ssä on raportoitu olevan noin 12,5% verran tekoälyyn rinnastettavaa kyvykkyyttä sen automaattisen lentoonlähdön ja laskeutumisen (ATOL) myötä [104, s. 107]. Tekoäly liittyy lisäksi olennaisena osana miehittämättömien ilma-aluksien parveiluun sekä miehittyjen ja miehittämättömien ilma-aluksien yhteistoimintaan [104, s. 104]. Esimerkiksi Venäjällä ollaan kehittämässä autonomista ohjausta UAV:ille, joiden avulla ne voivat toimia itsenäisesti ilman operaattoria. Tätä ohjausjärjestelmää ollaan myös soveltamassa UAV:iden parveilussa, jossa useampi UAV yhdistetään toimimaan itsenäisesti yhdessä ryhmässä. [186] Parveilevat UAV:t tulevat kasvattamaan Venäjän asevoimien muodostamaa uhkaa viholliselle lähitulevaisuudessa [76, s. 44]. Tekoälyn ja parveilukyvyn kehittäminen lisää UAV:iden käyttöpotentiaalia tulevaisuudessa, koska esimerkiksi parveilevilla UAV:illa voidaan kyllästä vastustajan ilmatilaa ja toteuttaa tiedustelua yhtäaikaaisesti usealla alueella vähäisellä operaattorimäärällä.

Venäläinen ZALA Aero -yritys esitteli vuoden 2019 MAKS -näyttelyssä UAV:hen liitettävän tekoälyavusteisen AIVI-tunnistusjärjestelmän (Artificial Intelligence Visual Detection), joka yhtiön mukaan kykenee kohteiden reaaliaikaiseen tunnistukseen ja luokitteluun. AIVI järjestelmä käyttää UAV:n sensoreita ja tekoälyä tai tietokoneohjelmaa, jonka avulla se analysoi

maastoa. Sitä voidaan käyttää jo olemassa olevien sensoreiden kanssa ja se parantaa tiedustelukykä 60-kertaiseksi. Yhtiön mukaan tämän avulla voidaan havaita maastoutetut ja naamioidut kohteet, jotka muutoin jäisivät havaitsematta. Järjestelmällä kyetään havaitsemaan samanaikaisesti tuhat kohdetta ja järjestelmä kykenee tuottamaan alueesta myös ortoilmakuvaa. [187] Järjestelmän tiedot pohjautuvat yhtiön edustajan antamiin tietoihin, joten niiden luotettavuutta tulee tarkastella kriittisesti. Tämänkaltainen kehityssuunta on kuitenkin odotettavaa ja mahdollista lähitulevaisuudessa, koska tiedustelusensorien kehittyessä myös niiden keräämän datan määrä kasvaa. Tiedonsiirtokapasiteetti UAV:n ja tietoa käyttävän tahon, kuten tulenjohton, välillä on kuitenkin rajallinen, jolloin kaikkea UAV:n keräämää dataa ei voida välittää reaaliaikaisesti [188, s. 199]. Mikäli miehittämätön ilma-alusjärjestelmä kykenisi luokittelemaan keräämänsä datan ja välittämään vain merkityksellisen tiedon, saavutettaisiin nopeampi ja tehokkaampi kokonaisuus. UAV:iden ohjelmistokehitys ja autonomisuuden kasvattaminen tulee siis luultavasti olemaan yhtenä Venäjän tavoitteena UAV:iden kehittämisessä.

Kaupalliset UAV:t, kuten multikopterit, ovat olleet markkinoilla vasta noin kymmenen vuoden ajan. Miehittämättömien ilma-aluksien olemassaolo ja käyttö ovat lisääntyneet nopeasti maailmanlaajuisesti niin sotilas- kuin siviilitoiminnassa. Teknologian nopean kehittymisen ja lisääntymisen johdosta kaupallisten UAV:iden käyttö sotilaallisessa toimintaympäristössä tulee myös lisääntymään. [18] Niiden tuotteistaminen ja kehittäminen on ollut jatkuvasti kasvavaa ja tulee olemaan sitä myös tulevaisuudessa. Kaupallisten UAV:iden myynnin kasvaessa ja teknologian kehittyessä on oletettavaa, että ne tulevat myös halpenemaan ja niiden kyvykkyudet tulevat kasvamaan. Kuorman kantokyvyn, toimintamatkan ja -ajan kasvaessa sekä operoinnin yhä helpottuessa ne tarjoavat kustannustehokkaan vaihtoehdon sotilaallisten toimien toteuttamiseen. Niiden saatavuus kasvaa, eivätkä ne vaadi muita teknisiä järjestelmiä tai infrastruktuuria ympärilleen, toisin kuin sotilaalliset UAV:t vaativat. Niillä kyetään toteuttamaan ISR-tehtäviä vihollisen syvyydessä ja toimittamaan esimerkiksi räjähteitä viholliskohteisiin. Kaupalliset UAV:t ovat suojaamattomia ja siten myös haavoittuvaisia kineettisille ja ei-kineettisille vastatoimille, mutta pienet multikopterit ovat kokonsa ja lentokorkeutensa vuoksi vaikeasti havaittavissa. [18] Venäjän asevoimat onkin ottanut nämä kaupalliset multikopterit osaksi UAV-kalustoaan, jossa niitä on käytetty tiedustelutehtäviin lyhyillä etäisyyksillä. Tulevaisuudessa Venäjän on kerrottu aikovan käyttää pieniä multikoptereita myös aseelliseen vaikuttamiseen asentamalla niihin pienikokoisia pommeja tai räjähteitä. [189; 190] Multikopterista on suhteellisen helposti tehtävissä aseistettu UAV asentamalla siihen esimerkiksi käsikranaatti tai muu vaikut-

tava hyötykuorma ja pudottamalla se kohteen yllä. Multikoptereiden lisääntyessä Venäjän asevoimissa tämänkaltaisia sovelluksia voidaan nähdä laajasti lyhyenkin ajan kuluessa. Samankaltaisesta toiminnasta oli viitteitä jo Ukrainan kriisissä [76].

Kaupallisissa UAV:issa on usein sisäänrakennettuja ja ohjelmoituja rajoitteita, joilla estetään lentäminen esimerkiksi lentokenttien läheisyydessä. UAV:t on kuitenkin mahdollista rakentaa kaupallisista komponenteista, jolloin näistä rajoituksista päästään eroon. [18] Toisaalta venäläinen CopterSafe-yhtiö on julkaissut ohjelmistopäivityksen, jonka avulla esimerkiksi DJI-yrityksen valmistamista kaupallisista multikoptereista saadaan poistettua nämä rajoitteet [191]. Kaupallisia UAV:itä on siis täysin mahdollista hyödyntää vain pienillä muutoksilla sotilaalliseen toimintaan esimerkiksi vastustajan sotilastukikohdissa tai lentokentillä. Lisäksi ne ovat hyödynnettävissä käyttömahdollisuuksien ja helppokäyttöisyyden ansiosta asevoimien eri joukkojen käyttöön. Tämän johdosta Venäjä luultavasti tulee hyödyntämään multikoptereita asevoimissaan, mutta täyttä varmuutta ei ole siitä, ovatko ne kaupallisia valmist tuotteita vai kaupallisista komponenteista valmistettuja.

Asevalmistajat ovat maailmanlaajuisesti kehittämässä yhä enenevässä määrin miehittämättömiin ilma-aluksiin sopivia aseita. Riittävän kevyiden ohjuksien kehittäminen mahdollistaa nykyisin käytössä olevien taktisten tiedustelu-UAV:iden varustamisen näillä aseilla ja näin ollen niiden käyttämisen myös hyökkäyksellisiin tehtäviin. [192] Venäjä on kehittämässä myös häiviesuojausta ohjuksille ja pommeille. Niille on kehitetty erikoispodeja, joiden avulla aseista saadaan vaikeasti havaittavia tutkassa. Näitä häiveaseita ollaan ensimmäisenä käyttämässä miehittämättömissä ilma-aluksissa kuten Orion, Forpost ja Altius UAS:issä. [114] UAV aseistuksen kehittymisen myötä on mahdollista, että nykyisiin vain ISR-tehtäviin suunniteltuihin UAV:ihin voitaisiin asentaa näitä aseita ja laukaisulaitteita, mikäli niiden kuormankantokyky sen mahdollistaa. On todennäköistä, että samoja UAV:itä tultaisiin käyttämään eri tehtävissä, koska se lisäisi niiden monikäyttöisyyttä eri tilanteissa ja vähentäisi eri UAV-mallien määrää, jolloin myös niiden huolto- ja ylläpitokustannukset pienenisivät. Tällainen monitoimi-UAV voisi toisaalla toteuttaa ISR-tehtävää ja toisaalla hyökkäyksellistä toimintaa, jolloin siihen asennettava hyötykuorma valittaisiin tehtävän mukaisesti. Tämä tarkoittaa myös sitä, että vastustajan on vaikea tietää suorittaako havaittu UAV tiedustelua vai onko se suorittamassa aseellista vaikuttamista.

Venäjän puolustusteollisuus pyrkii todennäköisesti kasvattamaan lähitulevaisuudessa miehittämättömien ilma-aluksien valmistamista myös vientiin. Lainela toteaa tutkimuksessaan, että Venäjän valtionjohdon puheet konversiosta antavat viitteitä, että GPV2027:ää seuraava asevarus-

teluohjelma tulee olemaan huomattavasti pienempi valtiontilausten osalta. Puolustusmateriaalituotannon ylläpito vaatii tulevaisuudessa siviilituotantokyvyn menestymistä vastaavilla tuotannon aloilla, jotta kykyä ja osaamista ei menetetä. [193] Yhtenä keinona tuotantokyvyn ylläpidolle on aseviennin, kuten miehittämättömien ilma-aluksien viennin kasvaminen. Tällä hetkellä Venäjä on maailman mittakaavassa mitattuna pieni miehittämättömien ilma-aluksien viejämaa. Venäjä on tähän mennessä toimittanut miehittämättömiä ilma-aluksia neljälle eri valtiolle, Ukrainalle, Kazakstanille, Valko-Venäjälle ja Armenialle [39]. Toimitetut UAV:t ovat olleet taktisen tason tiedustelu-UAV:itä [40]. UCAV:iden aseviennin osalta Venäjä on jäänyt jälkeen muusta maailmasta, sillä esimerkiksi Algeria, joka on Venäjän asemateriaalin pitkäaikainen ostaja, on jo ostanut Kiinalta miehittämättömiä taisteluilma-aluksia [40]. Miehittämättömien ilma-aluksien viennin määrän kasvattamista kuvastaa eri yhtiöiden kehittämät vientiversiot UAV:istä jo niiden kehitystyön alkuvaiheessa. Esimerkiksi Orion UAV:stä ollaan valmistamassa samanaikaisesti myös Orion-E -vientiversiota [194]. Vaikka UAV:t tai UCAV:t eivät ole aseviennin ja asemarkkinoiden kannalta merkittävimpiä tulonlähteitä, mahdollistavat ne osaltaan kuitenkin markkinaosuuksien kasvattamisen ja talouden turvaamisen. Viennin kasvattaminen miehittämättömän ilmailun tuotteiden osalta mahdollistaa uusien järjestelmien kehittämisen taloudellisesta näkökulmasta paremmin, koska tuotteiden ostajana ei ole vain Venäjän valtio ja puolustusteollisuuden on mahdollista kattaa kehityskulut viennin avulla nopeammin ja varmemmin. Tämä tarkoittaa sitä, että miehittämättömien taisteluilma-aluksien kehittäminen on Venäjällä myös puolustusteollisuuden näkökulmasta keskeinen kehityskohde.

Venäjän tämänhetkistä laajakirjoista miehitettyjen ja miehittämättömien ilma-aluksien kehittämistä tarkasteltaessa on kyseenalaistettava, kykeneekö Venäjä ylläpitämään ja edelleen kehittämään kaikkia nykyisiä ja tulevia lavetteja. On hyvin mahdollista, että laajaa kalustokirjoa tullaan supistamaan 2020-luvulla ja kehitystoimintaa tullaan suuntaamaan vain potentiaalisimpiin konetyyppeihin. [7, s. 79] Venäjä on maantieteellisesti suuri maa ja Venäjän asevoimissa on monia eri toimijoita, jotka voivat hyödyntää ja hyödyntävätkin miehittämättömiä ilma-aluksia. Tämän takia erilaisille UAV:ille on kysyntää. UAV:iltä vaadittavat suorituskyvyt riippuvat suunnitellusta käyttötarkoituksesta ja siitä minkälaisessa toimintaympäristössä niitä tullaan käyttämään. On kuitenkin totta, että useiden eri UAV-mallien ylläpito, varaosahankinnat ja tukevat järjestelmät aiheuttavat huomattavasti enemmän kustannuksia, kuin mitä vähäinen eri UAV-mallien määrä vaatii. Venäjän asevoimat ovat ottaneet käyttöönsä UAV:t laajamittaisesti vasta vähän aikaa sitten ja kaikkia kehityksessä olevia UAV:itä saati UCAV:jä ei ole vielä käy-

tetty asevoimien toimesta. On todennäköistä, että näistä järjestelmistä pyritään saamaan käyttökokemuksia ennen kuin eri UAV-mallien määrää tullaan rajoittamaan. Tämän takia mahdollinen kalustokirjon pienentyminen tulee konkretisoitumaan todennäköisesti vasta 2030-luvulla.

6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Miehittämättömien ilma-aluksien hyödyntäminen sotilaallisiin tehtäviin on yleistynyt 2000-luvun taitteesta alkaen erityisesti länsimaiden asevoimien johdolla. Neuvostoliiton hajotessa ja Venäjän asevoimien turvautuessa käyttämään Neuvostoliiton aikana kehitettyjä järjestelmiä, Venäjä jäi jälkeen miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien kehityskulusta länsimaihin verrattuna. Vuonna 2008 käyty Georgian sota ja sitä seurannut Venäjän asevoimien reformi toimivat käynnistävänä tekijänä nykyaikaisten miehittämättömien ilma-aluksien kehittymiselle ja niiden suorituskykyjen hyödyntämiselle Venäjän asevoimissa. Nykyisin Venäjän asevoimat ja myös Venäjän valtionjohto pitävät miehittämättömiä ilma-aluksia keskeisenä suorituskykynä nykyaikaisessa sodankäynnissä, minkä perusteella voidaan olettaa, että Venäjän asevoimat tulevat hyödyntämään niitä lähitulevaisuudessa yhä laajemmassa mittakaavassa. Nykyään miehittämättömät ilma-alukset ovat yksi nopeimmin kehittyvistä Venäjän asevoimien järjestelmistä.

Miehittämättömien ilma-aluksien kehittäminen ja käyttöönotto Venäjällä on viimeisen kymmenen vuoden aikana ollut hyvin nopeaa. Venäjä on hankkinut UAV:itä ulkomailta, valmistanut niitä kaupallisista komponenteista ja myös Venäjän puolustusteollisuus on tuottanut niitä. Venäjän asevoimien käytössä olevat miehittämättömät ilma-alukset ovat taktisen ja operatiivisen tason UAV:itä. Suurin osa käytetyistä miehittämättömistä ilma-aluksista on 1.luokan pieniä ja lyhyen kantaman UAV:itä. UAV:itä on käytetty tilannekuvan muodostamiseen, tiedusteluun, johtamiseen, maalinosoitukseen sekä kineettiseen ja elektroniseen vaikuttamiseen. Venäjän asevoimilla ei vielä kuitenkaan ole käytössä miehittämättömiä taisteluilma-aluksia, vaan kineettistä vaikuttamista on toteutettu esimerkiksi pudottamalla multikopterista räjähteitä ja kraanatteja.

Venäjän asevoimissa miehittämättömiä ilma-aluksia on käytössä erityisesti maavoimien eri joukkoyksiköissä ja merivoimissa. Venäjä on muun muassa perustanut erillisiä UAV-komppanioita ja -joukkueita taistelevien osastojen, kuten maavoimien prikaatien, alaisuuteen. Vaikuttaa todennäköiseltä, että lähitulevaisuudessa Venäjän asevoimat sijoittaa erilaisia miehittämättömiä ilma-alusjärjestelmiä enenevässä määrin eri joukkoyksiköihin koko asevoimien laajuudessa, varsinkin siinä vaiheessa, kun UAV:iden määrä sen mahdollistaa. Tämä tarkoittaa sitä, että joukon komentajalla on suoraan käytettävissään UAV:iden tuottama suorituskyky, jolloin suorituskyvyn kohdentaminen on nopeampaa, joustavampaa ja tehokkaampaa. Miehittämättömien ilma-aluksien määrän ja käytettävyyden kasvaminen tarkoittaa sitä, että niitä voidaan hyödyntää laajamittaisesti tulevaisuuden taistelukentillä. UAV:n sijoittaminen orgaaniseksi osaksi

suoraan sen tuottaman suorituskyvyn käyttäjälle pienentää viiveitä, joita on esiintynyt esimerkiksi hyökkäyksellisissä operaatioissa. Myös valmius UAV:iden käyttöön nopean tilannekehityksen jälkeisessä toiminnassa kehittyi, kun UAV:iden käytön kohdentaminen ei ole ylemmän johtoportaan päätöksenteon varassa.

Venäjä tulee kasvattamaan erilaisten miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien määrää asevoimissaan. Tämän osoittaa käynnissä olevat UAS:ien kehitysohjelmat ja Venäjän valtion asevarusteluohjelma. Keskeisimpänä tavoitteena lähitulevaisuudelle on miehittämättömien taisteluilma-aluksien käyttöön saaminen, mikä on asetettu korkealle prioriteetille käynnissä olevassa asevarusteluohjelmassa ja joiden kehitystyöhön Venäjä on panostanut viime vuosien aikana voimakkaasti. Venäjän asevoimat tulevat todennäköisesti saamaan käyttöön UCAV:jä 2020-luvun alkupuolella. Todennäköisin ensimmäinen Venäjän asevoimien UCAV tulee olemaan Orion, jota on jo käytetty Syyriassa osana koelentotoimintaa. Siinä tultaisiin käyttämään UCAV:hen erikseen valmistettua noin 50 kilogramman ohjuksia. Seuraavaksi todennäköisimpinä käyttöön tulevana UCAV:ienä vaikuttaisi olevan Altius ja Ohotnik, joiden ensilennot toteutettiin vuoden 2019 kesällä. Niissä tultaisiin luultavasti käyttämään samoja ohjuksia ja pommeja, mitä miehitetyissäkin ilma-aluksissa on käytetty.

UCAV:iden lisäksi kehityskohteena on myös nykyisin käytössä olevien UAV:iden modifiointeja, joilla pyritään parantamaan niiden suorituskykyä ja integroitavuutta muun muassa johtamisjärjestelmiin lisäämällä UAV:iden sisältämien komponenttien kotimaisuusastetta. Esimerkiksi laajassa käytössä olevan Orlan-10 UAV:n pohjalta on valmistumassa Orlan-30 UAV, johon on lisätty muun muassa maalinosoituslaser. Tämän avulla sitä voidaan käyttää täsmäaseiden ja ohjautuvien ammuksien maalinosoitukseen. Myös Forpost UAV:stä modifioitu Forpost-M UAV on valmistumassa. Siinä on kasvatettu huomattavasti kotimaisten komponenttien määrää ja sensorien suorituskykyä.

Venäjä on viime vuosien konfliktien ja harjoitusten myötä saanut paljon käyttökokemuksia operatiivisen ja taktisen tason miehittämättömistä ilma-aluksista. Tämän avulla Venäjän asevoimat on kyennyt luomaan toimintatapamalleja näille UAV:ille ja esittämään kehittämiskohteita niille. Lisäksi esimerkiksi Syyrian sota on mahdollistanut sen, että Venäjä on kyennyt testaamaan uusia kehitteillä olevia miehittämättömiä ilma-alusjärjestelmiä taisteluolosuhteissa, mikä luultavasti nopeuttaa uusien miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien käyttöönottoa.

Venäjän miehittämättömien ilma-aluksien kehitys tulee todennäköisesti jatkossa olemaan kahden eri toimintaperiaatteen mukaisen järjestelmän kehityksessä. Venäjä tulee jatkamaan tiedustelu-, valvonta- ja maalinosoitusjärjestelmiä omaavien miehittämättömien ilma-aluksien kehittämistä ja käyttöä koko asevoimien laajuudessa. Miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien kehitystyö osoittaa, että Venäjällä, kuten muillakin suurvalloilla, on halu saada miehittämättömät taisteluilma-alukset osaksi tulevaisuuden ilmaoperaatioita, joissa ne toimivat aselavetteina joko itsenäisesti tai miehitettyjen ilma-aluksien rinnalla. UCAV:iden käyttöön saaminen Venäjällä johtaa alkuvaiheessa siihen, että niitä tullaan käyttämään ilmasta maahan aseiden lavetteina pommikoneiden tai rynnäkkökoneiden tapaan. Niiden käyttö osana ilmataistelua on realistista vasta myöhemmin tulevaisuudessa, koska se vaatii järjestelmiltä lähes täyttä autonomisuutta. Tähän Venäjällä ei tiettävästi vielä tällä hetkellä ole kykyä, mutta tutkimus- ja kehittämistoiminta on autonomisuuden kasvattamisen osalta käynnissä.

Harjoitustoiminnan perusteella Venäjän asevoimat tulevat jatkossakin käyttämään miehittämättömiä ilma-aluksia epäsuorantulen, kuten tykistön, maalinosoitukseen. Tämän avulla Venäjä kykenee johtamaan massamaista epäsuorantulen vaikutusta vihollisalueelle ilman omien joukkojen viemistä vihollistulen vaikutuksen piiriin. UAV:iden ja epäsuorantulen yksiköiden yhteiskäytön avulla Venäjä kykenee toteuttamaan tulenkäyttöä nopeasti, jopa sekunti- tai minuuttiluokassa. UAV:n ja maa-aseman sekä epäsuorantulen johto-osien välisten johtamisjärjestelmien ja tietoliikenneyhteyksien kehittäminen ja integrointi toisiinsa on keskeinen kehityssuunta Venäjän asevoimissa. Kehitystyön tavoitteena on minimoida viiveet tulenkäytössä ja siten säästää lähes reaaliaikainen tulenkäyttö.

Venäjän asevoimat tulee käyttämään lähitulevaisuudessa miehittämättömiä ilma-aluksia eri kokoluokissa, niiltä tavoiteltavien suorituskykyjen mukaisesti. Esimerkiksi tykistön maalinosoitukseen ja tiedusteluun tullaan lähtökohtaisesti käyttämään pieniä taktisen tason UAV:ita, koska ne ovat vaikeasti havaittavissa ja torjuttavissa, mutta niillä kyetään tuottamaan tarvittava suorituskyky. Vastaavasti suuremman kokoluokan miehittämättömiä ilma-alusjärjestelmiä tarvitaan esimerkiksi laajojen alueiden tiedusteluun tai raskaiden ohjusten ja pommien käyttämiseen, koska niiltä vaaditaan pidempää toimintamatkaa ja suurempaa hyötykuorman kantokykyä. Toisaalta kineettistä vaikuttamista on mahdollista toteuttaa myös esimerkiksi pienellä multikopterilla, johon on lisätty kuorman pudotusmekanismi. Tällöin räjähteellä tai muulla vaikuttavalla hyötykuormalla varustettu multikopteri voidaan lennättää lähelle kohdetta ja aikaansaada merkittävää haittaa tai tuhoa kohteessa. Tavoiteltava suorituskyky tulee siis vaikuttamaan tehtävään käytettävän UAV:n valintaan. On kuitenkin huomioitava, että esimerkiksi UAV-

aseistuksen kehittyminen tai maalinosoitusjärjestelmien yleistyminen antaa Venäjän asevoimille toimintavapauden käyttää samaa lavettia useisiin eri tehtäviin. Samaa UAV:tä voidaan käyttää esimerkiksi tilannekuvan muodostamiseen ja tiedusteluun, täsmäaseiden maalinsoitukseen tai suoraan vaikuttamiseen. Tämä aiheuttaa sen, että vastustajan on vaikea arvioida ennakolta, mitä tehtävää tunnistettu UAV on toteuttamassa.

UAV:iden kehitys tulee johtamaan Venäjällä myös UAV:iden parveilun kehittymiseen, mutta tämä vaatii vielä autonomisuuden asteen kasvamista nykyisestä. Parveilu eli usean UAV:n yhteiskäyttö on selkeä kehitysaskel, jota Venäjä tavoittelee ja jonka arvioidaan toteutuvan jo lähitulevaisuudessa. Autonomisuuden kasvattaminen on kriittinen tekijä UAV:iden käytön osalta tulevaisuudessa. Vastatoimet, kuten elektroninen vaikuttaminen tai kyberhyökkäykset, voivat häiritä tai lamaannuttaa etäohjauksessa olevan UAV:n. Autonomisuuden kasvattaminen vähentää maa-aseman ja UAV:n välisen häiriöalttiiden yhteyksien tarvetta ja näin ollen parantaa UAV:iden taistelunkestävyyttä.

Panostukset miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien kehitystoimintaan lisää vääjäämättä niiden laadukkuutta ja määrää. UAV:iden määrä Venäjän asevoimissa on kasvanut vuosien 2011 ja 2020 välisenä aikana noin 18 kertaaisesti, noin 170 kappaleesta yli 3 000 kappaleeseen. Kuluvan vuosikymmenen aikana UAV:iden määrä tulee nähtävästi jatkamaan kasvua, koska nykyisiä UAV:ita hankitaan lisää ja kehityksessä olevat UAV:t tulevat käyttöön. Miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien laadukkuus on vaikea mitata, mutta Venäjän asevoimien käyttökokemuksia ja käytön määrän lisääntymistä tarkasteltaessa voidaan olettaa, että myös niiden laadukkuus on lisääntynyt. UAV:iden lisääntyneet hankinnat osoittavat, että UAV:t kykenevät toteuttamaan niiltä vaadittavia tehtäviä ja toisaalta laajakirjoinen UAV:iden kehitystoiminta osoittaa, että kaikkea niistä saatavaa potentiaalia ei olla vielä nähty. Venäjän asevoimat tulevat tulevaisuudessa hyödyntämään miehittämättömiä ilma-alusjärjestelmiä laajasti eri tehtäviin kaikilla organisaation tasoilla ja todennäköisesti tehtävätyypit, joissa UAV:ita tullaan hyödyntämään, tulevat myös kasvamaan. Miehittämättömät ilma-alusjärjestelmät tulevat siis olemaan keskeisenä osana Venäjän asevoimien tulevaisuuden sodankäyntiä.

6.1. Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksen erityisenä haasteena oli se, että tutkittavaa aihetta eli Venäjän asevoimien miehittämättömiä ilma-aluksia jouduttiin tarkastelemaan ulkopuolelta. Tutkittava aihe liittyy sotilaallisiin suorituskykyihin, joista ei ole mahdollista saada kaikkea informaatiota julkisista lähteistä

ja Venäjän asevoimien ulkopuolelta, koska tärkeimmät tiedot näistä pidetään salassa. Tutkimuksen tavoitteena oli kuitenkin muodostaa kokonaisymmärrys Venäjän miehittämättömien ilma-aluksien nykytilasta ja arvioida tulevaisuuden näkymiä, mikä oli mahdollista toteuttaa julkisen aineiston pohjalta. Julkisen aineiston perusteella oli mahdollista esittää riittävällä tarkkuudella tutkittavan aiheen nykytilaa ja arvioida sen lähitulevaisuuden mahdollisuuksia. Tutkimus ei kuitenkaan kyennyt selvittämään Venäjällä käytössä tai kehitteillä olevien miehittämättömien ilma-aluksien tai esimerkiksi niiden käyttämien sensoreiden tarkkoja teknisiä tietoja.

Tarkkoja teknisiä tietoja lukuun ottamatta tietoa Venäjän miehittämättömistä ilma-aluksista ja kehitteillä olevista miehittämättömistä ilma-aluksista oli saatavilla julkisista lähteistä runsaasti. Saman sisältöistä tietoa löytyi useista eri lähteistä, mikä vahvisti tutkittavan aiheen luotettavuutta. Eri lähteiden sisältämiä tiedon eroavaisuuksia tarkasteltaessa todettiin, että niitä esiintyi vain harvakseltaan. Tutkittavan aiheen ajankohtaisuus on nostanut kiinnostusta myös länsimaissa, minkä johdosta tutkittavaa aihetta on käsitelty laajasti eri tietolähteissä. Tämä mahdollisti aiheen tutkimisen luotettavasti julkisten lähteiden avulla. Tutkimuksen lähdeaineisto painottui englanninkielisiin teoksiin ja lähteisiin, koska tutkija ei omannut venäjän kielen taitoa. On mahdollista, että julkisissa venäjän kielisissä lähteissä olisi ollut joitain oleellisia tietoja saatavilla. Kokonaiskuva muodostettiin kuitenkin useiden lähteiden yhteisvaikutuksena, joten käyttämättä jääneet julkiset venäjän kieliset lähteet eivät välttämättä olisi muuttaneet tutkimustuloksia kuin pienempien yksityiskohtien osalta. Tutkimuksessa käsiteltyä tulevaisuuden arviointia ei voida pitää varmana tietona, koska tällä hetkellä on mahdotonta sanoa mikä tai mitkä asiat lopulta realisoituvat tulevaisuudessa. Osa esitetyistä näkymistä saattaa toteutua ennemmin tai myöhemmin kuin on arvioitu. Osa esitetyistä näkymistä saattaa taas jäädä toteutumatta kokonaan. Tutkimuksessa nostettiin esille keskeisimmät kehityssuuntaukset, joiden arvioidaan toteutuvan noin yli 75 % todennäköisyydellä tutkimuksen tarkastelujaksolla, eli 2020-luvulla.

6.2. Jatkotutkimusaiheet

Miehittämättömien ilma-aluksien yleistyminen on johtanut myös niiden torjuntaan suunniteltujen järjestelmien kehittymiseen. Tässä tutkimuksessa ei tarkasteltu miehittämättömän ilmailun vastatoimintaan tai torjuntaan suunniteltuja järjestelmiä. Lähdeaineistoa tulkittaessa nousi esille, että Venäjä on kehittänyt lukuisia C-UAV (counter-unmanned aerial vehicle) järjestelmiä ja niiden kehittäminen nähdään korkeana prioriteettina Venäjän asevoimissa. Lähdeaineiston perusteella näitä järjestelmiä on myös käytetty laajasti. Venäjällä on kehitetty erilaisia C-UAV:itä, joiden tarkoituksena on joko tuhota vihollisen UAV tai vaihtoehtoisesti siepata se

esimerkiksi verkolla ja laskea maahan vioittamatta sitä. Myös erilaisia elektronisen sodankäynnin menetelmiä UAV:iden torjuntaan on kehitetty laajasti. Näiden järjestelmien tutkiminen toisi lisäarvoa Venäjän suorituskyvystä miehittämättömässä ilmailussa.

Venäjä on kasvattamassa autonomisuuden ja tekoälyn hyödynnettävyyttä ja osaamista, jota ollaan jo käyttämässä kehitteillä olevissa miehittämättömissä ilma-aluksissa. Venäjä on kehittämässä erilaisia autonomisuuden ja tekoälyn sovelluksia eri sodankäynnin aloille ja järjestelmiin. Venäjän presidentti Vladimir Putin on todennut, että se valtio, joka ensimmäisenä saavuttaa läpimurron tekoälysovellutuksissa, tulee hallitsemaan maailmaa. Autonomisuus ja tekoäly tulee siis olemaan Venäjän teknologisen kehityksen kärkihankkeina lähitulevaisuudessa. Venäjän tekoälystrategian ja sotilaallisten tekoälyhankkeiden tutkiminen olisi hyödyllistä, jotta nousvista suorituskyvyyistä saataisiin tutkittua tietoa.

LÄHTEET

- [1] Arpiainen, A. *Venäjän lennokkiase*. Ilmatorjunta, 2009. Vol. 55, no. 169. s. 20-25. ISSN 1797-6448.
- [2] Galeotti, M. *The Modern Russian Army 1992-2016*. Oxford: Osprey Publishing Ltd., 2017. 64 s. ISBN 978-1-4728-1908-6.
- [3] Cohen, A. & Hamilton, R. *The Russian military and the Georgian war: Lessons and implications*. Carlisle, PA: Strategic Studies Institute, 2011. 114 s. ISBN 1-58487-491-0.
- [4] Tähtinen, J & Kulkas, M. *Venäläiset miehittämättömät ilma-alukset ja niiden käyttöperiaatteet*. Kirjassa: Kesseli, P. (toim.) *Venäjän asevoimat muutoksessa - kohti 2030-lukua*. Helsinki: Maanpuolustuskorkeakoulu, Julkaisusarja 1: Tutkimuksia nro 5, 2016. s. 219-226. ISBN 978-951-25-2782-3.
- [5] Forssell, P. *Venäjän Ilmavoimien asejärjestelmät maavoimien tukemisessa 2015*. Esiupseerikurssin tutkielma. Helsinki, 2011. Maanpuolustuskorkeakoulu. 79 s.
- [6] Frolov, A. & Barabanov, M. *Tysyacha boyevykh samoletov k 2020 godu* (Tuhat taistelulentokonetta vuoteen 2020 mennessä), *Vojennopromyshlennyi kurer*, 2012. Posted 22.10.2012. [viitattu 10.8.2019]. Saatavissa: <https://vpk-news.ru/articles/12848>.
- [7] Juola, C., Päiväläinen, A., Rajala, K., Solanko, L. & Tuppurainen, V. *Venäjän puolustusteollisuuden resurssit*. Kirjassa: *Voiman Venäjä*. Helsinki: Puolustusministeriö, 2019. s. 71-88. ISBN 978-951-663-060-4.
- [8] Ajankohtaiskatsaus vko 51/2016 - 1/2017, AN314. Helsinki: Puolustusvoimien tiedustelulaitos, 9.1.2017 (vain julkiset osat).
- [9] Cooper, J. *Russian military expenditure in 2017 and 2018, arms procurement and prospects for 2019 and beyond*. Changing Character of War Centre, University of Oxford, 2019. Saatavissa: <http://www.ccw.ox.ac.uk/blog/2019/2/11/russian-military-expenditure-in-2017-and-2018-arms-procurement-and-prospects-for-2019-and-beyond-by-julian-cooper-8c3hp>.
- [10] Riehungangas, V. *Venäjän operaatio Syyriassa - Tarkastelu Venäjän ilmavoimien kyvystä tukea maaoperaatiota*, Yleisesikuntaupseerikurssin diplomityö. Helsinki, 2017. Maanpuolustuskorkeakoulu. 137 s.

- [11] Tekhnologiyu lazernogo skanirovaniya vpervye vnedrili na bespilotnikakh "Kalashnikova" [laserskannaustekniikka otettiin käyttöön Kalashnikov UAV:ssa] TASS, 2018. Posted 11.7.2018, [viitattu 10.8.2019]. Saatavissa: <https://tass.ru/armiya-i-opk/5365618>.
- [12] "Kalashnikov" predstavil samovzryvayushchiysya bespilotnik [Kalashnikov esitteli itsestään räjähtävän droonin]. TASS, 2019. Posted 17.2.2019. [viitattu 10.8.2019]. Saatavissa: <https://tass.ru/armiya-i-opk/6127356>.
- [13] Sparrow, R. *Killer Robots: Ethical Issues in the Design of Unmanned Systems for Military Applications*. In: Valavanis, K. & Vachtsevanos, G. (Toim.). *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles*. Springer, 2015. pp. 2965-2983. ISBN 978-90-481-9708-8.
- [14] Gertler, J. *U.S. Unmanned Aerial Systems*. Washington DC: University of North Texas Libraries, 2012. 55 s.
- [15] Joint Doctrine Publication 0-30.2 : Unmanned Aircraft Systems. Swindon: Ministry of Defence, The Development, Concepts and Doctrine Centre. 2017. 84 s.
- [16] Gupta, S., Ghonge, M. & Jawandhiya, P. *Review of Unmanned Aircraft System (UAS)*, International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology, 2013. Vol. 2, no. 4, p. 1646 - 1658. ISSN 2278-1323.
- [17] NATO Standard ATP-3.3.8.1. Minimum Training Requirements for Unmanned Aircraft System (UAS) Operators and Pilots. Edition B. Version 1. 2019. NATO Standardization Office.
- [18] Sayler, K. *A World of Proliferated Drone: A Technology Primer*. Center for a New American Security. 2015. 40 s. Saatavissa: <https://www.jstor.org/stable/resrep06394>.
- [19] Facon, I. *Proliferated drones: A Perspective on Russia*. Center for a New American Security. [viitattu 22.1.2020]. Saatavissa: <http://drones.cnas.org/reports/a-perspective-on-russia/>.
- [20] Salminen, A. *Mikä kirjallisuuskatsaus?*. Vaasa: Vaasan yliopisto, 2011. 50 s. ISBN 978-952-476-349-3.
- [21] Prunckun, H. *Scientific methods of inquiry for intelligence analysis*. 2. painos. Lanham, Maryland: Rowman & Littlefield, 2014. 384 s. ISBN 978-1-4422-2432-2.
- [22] Rubin, A. Tulevaisuuksientutkimus tiedonalana ja tieteellisenä tutkimuksena. 2014. Saatavissa: <https://metodix.fi/2014/12/02/anita-rubin-tulevaisuuksientutkimus-tiedonalana-ja-tieteellisena-tutkimuksena/>.

- [23] Malaska, P. *Tulevaisuustietoisuudesta ja tulevaisuudesta tietämisestä: Tulevaisuus mielenkiinnon kohteena*. Kirjassa: Kuusi, O., Bergman, T. & Salminen, H (toim.). *Miten tutkimme tulevaisuuksia?*, Helsinki: Tulevaisuuden tutkimuksen seura, 2013. s. 14-22. ISBN 978-951-98852-3-0.
- [24] Hiltunen, E. *Heikot signaalit*. Kirjassa: Kuusi, O., Bergman, T. & Salminen, H (toim.). *Miten tutkimme tulevaisuuksia?*, Helsinki: Tulevaisuuden tutkimuksen seura, 2013. s. 296-303. ISBN 978-951-98852-3-0.
- [25] Heinonen, S., Kurki, S., Kuusi, O., Ruotsalainen, J., Salminen, H. & Viherä, M-L. *Tulevaisuudentutkimuksen käsitteitä*. Kirjassa: Kuusi, O., Bergman, T. & Salminen, H (toim.). *Miten tutkimme tulevaisuuksia?*, Helsinki: Tulevaisuuden tutkimuksen seura, 2013. s. 321-334. ISBN 978-951-98852-3-0.
- [26] Bendett, S. *The Rise of Russia's Hi-Tech Military*. Fletcher Security Review, 2019. Vol. 6 no. 1. p. 5-14. Saatavissa: <https://www.fletchersecurity.org/summer-2019-military-technologies>.
- [27] Gordon, Y. *Soviet/Russian Unmanned Aerial Vehicles*, Hinckley: Midland Publishing, 2005. 127 s. ISBN 1-85780-193-8.
- [28] Sobolev, D. & Sollinger, G. *Unmanned Remote-Controlled Military Aircraft – Early Attempts*. In: International Conference on Engineering Technologies and Computer Science. Moskova, 20-21. maaliskuuta 2018. pp. 91-94.
- [29] Perttula, P. *Nykyaikainen ilmasodankäynti - NATO, Venäjä ja maailman kriisipisteet*. Helsinki: Minerva, 2015. 267 s. ISBN 978-952-312-215-4.
- [30] Lavrov, A. *Russian Military Reforms from Georgia to Syria*. Center for Strategic and International Studies, 2018. Saatavissa: <https://www.csis.org/analysis/russian-military-reforms-georgia-syria>.
- [31] Anderson, G. *Russia's Oboronprom and Israel's IAI sign UAV partnership deal*. London: Jane's Defence Industry, 2010. Posted 14.10.2010. [viitattu 23.1.2020]. Saatavissa: <https://janes.ihs.com/Janes/Display/jdin82246-jdin-2010>.
- [32] Sem' novykh kompleksov BLA Zastava, Granat i Leyer postupili v TSVO [Seitsemän uutta UAV-järjestelmää Zastava, Granat ja Leer Keskiselle sotilaspiirille]. Novosti VPK. Posted 16.1.2014. [viitattu 7.1.2020] Saatavissa: https://vpk.name/news/103561_sem_novyh_kompleksov_bla_zastava_granat_i_leer_postupili_v_cvo.html.

- [33] Forsström, P. Venäjän sotilasstrategia muutoksessa: tulkintoja Venäjän sotilasstrategian perusteiden kehityksestä Neuvostoliiton hajoamisen jälkeen. Helsinki: Maanpuolustuskorkeakoulu, Julkaisusarja 1: Tutkimuksia nro 32, 2019. 525 s. ISBN 978-951-25-3083-0.
- [34] Forsström, P. Tulkintoja Venäjän sotilasstrategian kehittymisestä. Jyväskylä 20.10.2019, Ilmasotakoulu. Ilmapuolustusseminaari, luentomuistiinpanot.
- [35] Kogan, E. *Russian Unmanned Aerial Systems*. Military Technology, 2019. Vol. 43, no. 5, p. 42. ISSN 0772-3226.
- [36] Päiväläinen, A. Elinjaksohallinnan ja systeemisen suunnittelun menetelmät Venäjän asevoimien sotavarustuksen kehittämisen tukena. Riihimäki: Puolustusvoimien tutkimuslaitos, 2016. 48 s. ISBN 978-951-25-2858-5.
- [37] Army. Jane's World Armies, 2020. Posted 9.1.2020 [viitattu 15.1.2020]. Saatavissa: <https://janes.ihs.com/Janes/Display/1319294#>.
- [38] Arpiainen, A. *Venäjän sotilasreformi*. Kirjassa: Kesseli, P. (toim.) Venäjän asevoimat muutoksessa - kohti 2030-lukua. Helsinki: Maanpuolustuskorkeakoulu, Julkaisusarja 1: Tutkimuksia nro 5, 2016. s. 81-104. ISBN 978-951-25-2782-3.
- [39] Bergen, P., Salyk-Virk, M. & Sterman, D. *World of Drones*. [verkkojulkaisu] New America. [viitattu 13.1.2020]. Saatavissa: <https://www.newamerica.org/international-security/reports/world-drones/>.
- [40] Cooper, J. *Some Aspects of Russia-China Military Relations*, CCW Russian Brief, Changing Character of War Centre, University of Oxford. Issue 4. 2019. p. 11-13 Saatavissa: <http://www.ccw.ox.ac.uk/russia-nordic-baltic-defence-security>.
- [41] Cooper, J. *Arms Procurement in Russia: Some Challenging Issues*, CCW Russian Brief, Changing Character of War Centre, University of Oxford, no. 2, 2018. p. 10-11. Saatavissa: <http://www.ccw.ox.ac.uk/russia-nordic-baltic-defence-security>.
- [42] Hakala, A., Kari, M., Pitkänen, M. & Pääkkönen, E. *Sotatekninen arvio ja ennuste 2025: STAE 2025, osa 1: Teknologian kehitys*. Helsinki: Edita Prima Oy, 2008. 564 s. ISBN 978-951-25-1889-0.
- [43] Fuhrmann, M. & Horowitz, M. *Droning On: Explaining the Proliferation of Unmanned Aerial Vehicles*. International Organization, 2017. Vol 71, no. 2, pp. 397-418. ISSN 1531-5088.

- [44] Bier, N. & Madden, P. *Combat Identification of Unmanned Aircraft*. Red Diamond Threats Newsletter, 2017. Vol. 8, no. 3, p. 6-13.
- [45] Persson, G. *Russian Military Capability in a Ten-Year Perspective – 2016*. Försvarsdepartementet, 2016. Stockholm. 208 s. FOI-R--4326--SE.
- [46] BESPILOTNYYe LETATEL'NYYe APPARATY. [suom. Miehitämättömät ilmalukset -venäjänkielinen teos] Voronezh: Izdatel'sko poligraficheskiiy tsentr, 2015. 612 s. Teos tutkijan hallussa.
- [47] Oliver, D. *Russia's Rapid UAV Expansion*. Armada International. 2018. [viitattu 20.1.2020]. Saatavissa: <https://armadainternational.com/2019/03/russias-rapid-uav-expansion/>.
- [48] Williams, H. *ENICS extends Eleron family*. London: Jane's International Defence Review, 2013. Posted 7.10.2013. [viitattu 22.1.2020]. Saatavissa: <https://janes.ihs.com/Janes/Display/idr16066-idr-2013>.
- [49] Gettinger, D. *The Drone Databook*. The Center for the Study of the Drones. Bard College. 2019. Saatavissa: <https://dronecenter.bard.edu/projects/drone-proliferation/databook/>.
- [50] IAI Searcher. Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets, 2018. Posted 9.4.2018. [viitattu 13.8.2019]. Saatavissa: <https://janes.ihs.com/Janes/Display/juav1299-juav>.
- [51] Grau, L. & Bartles, C. *The Russian Way of War : Force Structure, Tactics, and Modernization of the Russian Ground Forces*. Fort Leavenworth, KA: Foreign Military Studies Office, 2016. 416 s.
- [52] *Russia Military Power : Building a Military to Support Great Power Aspirations*. United States. Defence Intelligency Agency, 2017. 116 s. Saatavissa: <https://www.hsdl.org/?abstract&did=801968>.
- [53] STT Orlan. Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets, 2019. Posted 18.10.2019. [viitattu 22.1.2020]. Saatavissa: <https://janes.ihs.com/Janes/Display/juava817-juav>.
- [54] Gyürösi, M. *Russia's Vega develops mobile UAV management system*. Bratislava: Jane's International Defence Review, 2014. Posted 23.9.2014. [viitattu 20.1.2020]. Saatavissa: <https://janes.ihs.com/Janes/Display/idr17000-idr-2014>.
- [55] ZALA 421-08M. Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets, 2018. Posted 10.12.2018. [viitattu 30.1.2020]. Saatavissa: <https://janes.ihs.com/Janes/Display/juava243-juav>.

- [56] ZALA 421-16. Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets, 2019. Posted 23.10.2019. [viitattu 30.1.2020]. Saatavissa: <https://janes.ihs.com/Janes/Display/juava339-juav>.
- [57] IAI Bird Eye 400. Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets. 2018. Posted 6.5.2018. [viitattu 7.1.2020]. Saatavissa: <https://janes.ihs.com/Janes/Display/juava035-juav>.
- [58] Maavoimien OSINT-katsaus vko 44/2019, MP23830. Mikkeli: Maavoimien esikunta. 31.10.2019. (vain julkisia osia).
- [59] Remote surveillance system Eleron-3SV [verkkosivu]. Enics. [viitattu 30.3.2020]. Saatavissa: <http://www.enics.ru/catalog-en/3sw/#su>.
- [60] Nikolsky, A. & Khimshiashvili, P. *Russification of Forpost*. [verkkojulkaisu] Defence & Security, 2013. No. 552. [viitattu 30.1.2020]. Saatavissa: <https://dlib.eastview.com/browse/doc/36987554>.
- [61] The Development of the Forpost UAV. OE Watch, 2018. Vol. 8, no. 3. p. 55-56.
- [62] Ripley, T. *Russia links maritime patrol aircraft to UAV*. London: Jane's Navy International. 2019. Posted 11.10.2019. [viitattu 15.1.2020]. Saatavissa: https://janes.ihs.com/Janes/Display/FG_2413580-JNI.
- [63] Ramm, A. & Stepovoy, B. *In a flock together with drones*. Defence & Security, 2019. no. 1480, Posted 9.10.2019. [viitattu 31.1.2020]. Saatavissa: <https://dlib.eastview.com/browse/doc/55087201>.
- [64] Ramm, A. & Stepovoy, B. *Drones in Sailor's cap*. Defence & Security, 2018. no. 1175, Posted 27.4.2018. [viitattu 31.1.2020]. Saatavissa: <https://dlib.eastview.com/browse/doc/50945549>.
- [65] Maavoimien OSINT-katsaus vko 35/2019, MP18760. Mikkeli: Maavoimien esikunta. 2.9.2019. (vain julkisia osia).
- [66] Maavoimien OSINT-katsaus vko 36/2019, MP19262. Mikkeli: Maavoimien esikunta. 6.9.2019. (vain julkisia osia).
- [67] Atherton, K. *Will Russia replace Orlan orbits with Feniks Flocks?*. C4ISRNET. 2019. Posted 10.9.2019. [viitattu 20.1.2020]. Saatavissa: <https://www.c4isrnet.com/unmanned/2019/09/10/will-russia-replace-orlan-orbits-with-feniks-flocks/>.

- [68] Kuznetsov, M. & Burko, R. *Russian drone Orlan-10 consists of parts produced in the USA and other countries – photo evidence*. Inform Napalm, 2018. Posted 2.6.2018. [viitattu 16.1.2020]. Saatavissa: <https://informnapalm.org/en/russian-drone-orlan-10-consists-of-parts-produced-in-the-usa-and-other-countries-photo-evidence/>.
- [69] Furu, A. Orlan-10. Puolustusvoimien tutkimuslaitos. 23.4.2019. Esitys. Materiaali tutkijan hallussa. STIV (vain julkiset osat).
- [70] ImoTech. Verkkosivu. [viitattu 14.1.2020]. Saatavissa: <https://imotech.ru/en>.
- [71] Jones, B. *New Russian EW battalion to cover Siberian border region*. London: Jane's Defence Weekly, 2019. Posted 28.1.2019. [viitattu 22.1.2020]. Saatavissa: https://janes.ihs.com/Janes/Display/FG_1538376-JDW.
- [72] McDermott, R. *Russia's Electronic Warfare Capabilities to 2025*. Tallinn: International Centre for Defence and Security, 2017. 48 s. ISBN 978-9949-9972-0-6.
- [73] Glass, P. *Russia's New Arctic Drones Are Built to Spot Ships*. Defence One, 2018. Posted 11.12.2018. [viitattu 30.1.2020]. Saatavissa: <https://www.defenseone.com/technology/2018/12/russias-new-arctic-drones-are-built-spot-ships/153444/>.
- [74] Alginin, M. *Russian Drone Zastava a.k.a. Israeli Bird Eye 400 Downed in Donbas by Ukrainian Forces*. Inform Napalm, 2016. Posted 10.09.2016. [viitattu 7.1.2020] Saatavissa: <https://informnapalm.org/en/russian-zastava-drone-donbas/>.
- [75] Giles, K. *Assessing Russia's Reorganized and Rearmed Military*. [verkkojulkaisu]. Carnegie, Endowment for International Peace. 3.3.2017. [viitattu 29.11.2019]. Saatavissa: <https://carnegieendowment.org/2017/05/03/assessing-russia-s-reorganized-and-rearmed-military-pub-69853>.
- [76] *Russian New Generation Warfare Handbook*. Asymmetric Warfare Group, U.S. Army, 2016. 68 s. Saatavilla: <https://publicintelligence.net/awg-russian-new-warfare-handbook/>.
- [77] Thomas, T. *Russia Military Strategy – Impacting 21st century reform and geopolitics*. Fort Leavenworth, KS: Foreign Military Studies Office, 2015. 441 s.
- [78] Riihonen M. Näkemyksiä venäläisestä ilmaoperaatiotaidosta: Miehitettävien ilmalusten tulevaisuuden käyttöperiaatteita. Sotilasaikakauslehti. 2017. Vol. 92, no. 967. s. 13-15. ISSN 0038-1675.

- [79] de Larrinaga, N. *Return of the bear: Russian Ground Forces modernisation*. London: Jane's Defence Weekly. Posted 8.3.2016. [viitattu 7.1.2020]. Saatavissa: <https://janes.ihs.com/Janes/Display/jdw61209-jdw-2016>.
- [80] Grubofski, S. *Combat with The God of War: A Comparison of Russian Cannon Artillery from 2000 to 2016 Using a DOTMLPF Framework*. Master's Thesis. Kansas. 2018. U.S. Army Command and General Staff College. 85 p.
- [81] Grau, L. & Bartles, C. *The Russian Reconnaissance Fire Complex Comes of Age*. Changing Character of War Centre, University of Oxford, 2018. Saatavissa: <http://www.ccw.ox.ac.uk/blog/2018/5/30/the-russian-reconnaissance-fire-complex-comes-of-age>.
- [82] Maavoimien OSINT-katsaus vko 5/2020, MQ2986. Mikkeli: Maavoimien esikunta. 4.2.2020. (vain julkisia osia).
- [83] Special Operations Forces, Jane's Amphibious and Special Forces, 2019. Posted 1.8.2019 [viitattu 12.8.2019]. Saatavissa: <https://janes.ihs.com/Janes/Display/jawc0450-jasf>.
- [84] Fedutinov, D. *Russian Drones in the Sky of Syria*. [verkkojulkaisu]. Defence & Security. 2019. no. 1405. Posted 26.6.2019. [viitattu 14.1.2020]. Saatavissa: <https://dlib.eastview.com/browse/doc/53794086>.
- [85] Thomas, T. *Russian Military Thought: Concepts and Elements*. [verkkojulkaisu]. MITRE. [vii-tattu 16.1.2020]. Saatavissa: <https://www.mitre.org/publications/technical-papers/russian-military-thought-concepts-and-elements>.
- [86] Ministerstvo oborony Rossiyskoy Federatsii. V voinskiye soyedineniya YUVO na Severnom Kavkaze postupili pervyye mini-kvadrokoptery. 11.6.2019. [viitattu 7.1.2020]. Saatavissa: https://function.mil.ru/news_page/country/more.htm?id=12236086@egNews.
- [87] Karber, P. *"Lessons Learned" from the Russo-Ukrainian War*. The Potomac Foundation. 2015. Posted 29.9.2015 [viitattu 14.1.2020] Saatavissa: <https://www.researchgate.net/publication/316122469>.
- [88] Hartmann, K. & Giles, K. *UAV Exploitation: A New Domain for Cyber Power*. In: 2016 8th International Conference on Cyber Conflict, Tallinn, 1.5.2016. NATO CCD COE. pp. 205-221.

- [89] Tähtinen, J. *Miehintämättömät ilma-alukset*. Ilmatorjunta, 2016. Vol 62, no. 195, s. 23-26. ISSN 1797-6448.
- [90] Chapter Five: Russia and Eurasia. The Military Balance. 2019. Vol. 119, no. 1, p. 166-221. ISSN 1479-9022.
- [91] Chapter Five: Russia and Eurasia. The Military Balance. 2018. Vol. 118, no. 1, p. 169-218. ISSN 1479-9022.
- [92] McDermott, R. *Russia's Armed Forces Expand UAV Strike Capability*. Eurasia Daily Monitor. Jamestown, 2019. Vol. 16, no. 22. [viitattu 17.1.2020]. Saatavissa: <https://jamestown.org/program/russias-armed-forces-expand-uav-strike-capability/>.
- [93] Russian Federation - Army, Jane's World Armies, 2020. Posted 26.1.2020. [viitattu 29.1.2020]. Saatavissa: <https://janes.ihs.com/Janes/Display/jwara226-jwar>.
- [94] Norwood, P. & Jensen, B. *Three Offsets for American Landpower Dominance*. War on the Rocks. [verkkojulkaisu]. 2015. Posted 23.11.2015. [viitattu 16.12.2019]. Saatavissa: <https://warontherocks.com/2015/11/three-offsets-for-american-landpower-dominance/>.
- [95] Monaghan, A. *Putin's Way of War*. The US Army War College Quarterly Parameters. 2016. Vol. 45 No. 4 Winter 2015-2016. pp. 65-74.
- [96] Gyurosi, M. *UOMZ extends range of UAV surveillance payload*. Jane's International Defence Review, 2012. Posted 11.6.2012. [viitattu 21.1.2020]. Saatavissa: <https://janes.ihs.com/Janes/Display/idr14943-idr-2012>.
- [97] Ramm, A. & Valchenko, S. *"Forpost" will look below the clouds*. Defence & Security, 2018. no. 1138. Posted 26.1.2018. [viitattu 5.3.2020]. Saatavissa: <https://dlib.eastview.com/browse/doc/50315243>.
- [98] Robertson, S. *Advantages of AESA radar technology*. Military Technology, 2016. Vol. 40, no. 10, p. 68-71. ISSN 0722-3226.
- [99] Zakvasin, A *Net ni u kogo v mire : kak noveyshaya radiolokatsionnaya stantsiya usilit vozmozhnosti rossiyskikh robotov i BPLA*. Russia Today, 2020. Posted 5.3.2020. [viitattu 2.4.2020]. Saatavissa: <https://russian.rt.com/russia/article/724704-rls-bespilotniki-roboty-era>.
- [100] Novichkov, N. *Russian defence chief announces improvements in Russian armed forces*. Jane's Defence Weekly. 2017. Posted 13.11.2017. [viitattu 15.1.2020]. Saatavissa: https://janes.ihs.com/Janes/Display/FG_683027-JDW.

- [101] Kukkola, J. Venäjän asevoimien esittely. Helsinki 1.11.2018, Maanpuolustuskorkeakoulu. Luentomateriaali. SM9 Sotatekninen toimintaympäristö 31 s.
- [102] Connolly, R. & Boulègue, M. Russia's New State Armament Programme Implications for the Russian Armed Forces and Military Capabilities to 2027. London: Chatham House, 2018. 42 s. ISBN 978-1-78413-277-4.
- [103] Orenstein, H. Russian General Staf Chief Valery Gerasimov's 2018 Presentation to the General Staf Academy. Military Review, 2019. Vol. 99, no. 1, p. 130-138. ISSN 0026-4148.
- [104] MacDonald, N. & Howell, G. Killing Me Softly: Competition in Artificial Intelligence and Unmanned Aerial Vehicles. PRISM, vol. 8, no. 3, 2019, s. 102–127.
- [105] Lewis, K. *UCAV - The Next Generation Air-Superiority Fighter*. Thesis. Alabama, 2002. Air University, School of Advanced Airpower Studies. 109 s.
- [106] Tucker, P. *This Stealthy Drone May Be The Future of Russian Fighter Jets*, Defense One, 2018. [viitattu 28.8.2019]. Saatavissa: <https://www.defenseone.com/technology/2018/07/stealthy-drone-may-be-future-russian-fighter-jets/149976/>.
- [107] Joensuu, M. *6. sukupolven ilmataistelukone : teknologisen kehityksen vaikutus ilmataistelukoneen kehityssuuntiin vuoteen 2035 mennessä*. Pro gradu -tutkielma. Helsinki, 2016. Maanpuolustuskorkeakoulu, 64 s.
- [108] Istochnik soobshchil ob ispytaniyakh prototipa BLA "Altius" so sputnikom [Altius UAV:n prototyypin testaaminen satelliitin avulla]. RIA Novosti 2020. Posted 20.1.2020. [viitattu 21.1.2020]. Saatavissa: <https://ria.ru/20200120/1563613687.html>.
- [109] Lasconjarias, G. & Maged, H. *Fear the drones: Remotely piloted systems and non-state actors in Syria and Iraq*. 2019. IRSEM. Research Paper vol 77. Saatavissa: <https://www.irsem.fr/institut/actualites/research-paper-no-77-4-september-2019.html>.
- [110] Cowan, G. *Arctic innovation: Military developments in the High North*. Belfast: Jane's International Defence Review. 2019, Posted 19.11.2019. [viitattu 15.1.2020] Saatavissa: https://janes.ihs.com/Janes/Display/FG_2431945-IDR.
- [111] Ader, M. & Axelsson, D. *Drones in arctic environments*. Master of Science Thesis. Stockholm, 2017. KTH Royal Institute of Technology. School of Industrial Engineering and Management. 60 s.

- [112] Jennings, G. *Russia to deploy Orlan-10 UAVs to the Arctic in May*. London: Jane's Defence Weekly. 2015. Posted 24.4.2015. [viitattu 15.1.2020]. Saatavissa: <https://janes.ihs.com/Janes/Display/jdw58441-jdw-2015>.
- [113] Sukhankin, S. *What Did Russia's Strategic Military Exercise Tsentr-2019 Reveal?*. Estonia: International Centre for Defence and Security, 2019. Posted 24.10.2019. [viitattu 2.3.2020]. Saatavissa: <https://icds.ee/what-did-russias-strategic-military-exercise-tsentr-2019-reveal/>.
- [114] Maavoimien OSINT-katsaus vko 47/2019, MP25605. Mikkeli: Maavoimien esikunta. 21.11.2019. (vain julkisia osia).
- [115] Williams, H. *Russia tests own Searcher UAV*. London: International Defence Review. 2013. Posted 10.1.2013. [viitattu 15.1.2020]. Saatavissa: <https://janes.ihs.com/Janes/Display/idr15397-idr-2013>.
- [116] Humpert, M. *Canada and Russia are looking to deploy surveillance drones in the Arctic*. High North News. Posted 26.2.2019. [viitattu 31.3.2020]. Saatavissa: <http://www.arctictoday.com/canada-and-russia-are-looking-to-deploy-surveillance-drones-in-the-arctic/>.
- [117] Kirkko-Jaakkola, M., Leppälä, L., Ferrara, G., Honkala, S., Mäkelä, M., Kuusniemi, H. & Miettinen-Bellevergue, S. *Challenges in Arctic Navigation and Geospatial Data*. Helsinki: Ministry of Transport and Communications, 2020. 81 s. ISBN 978-952-243-576-7.
- [118] Atherton, K. *Russia eyes nimble quadcopter for a warming arctic*. C4ISRNET, 2019. Posted 30.8.2019. [viitattu 3.2.2020]. Saatavissa: <https://www.c4isrnet.com/unmanned/2019/08/30/russia-eyes-nimble-quadcopter-for-a-warming-arctic/>.
- [119] Bendett, S. *Russia Plans More Arctic UAVs*. Defence One, 2019. Posted 20.2.2019. [viitattu 2.3.2020]. Saatavissa: <https://www.defenseone.com/ideas/2019/02/russia-plans-more-arctic-uavs/154998/>.
- [120] Sergunin, A. & Konyshchev, V. *Russian military strategies in the Arctic: change or continuity?*. European Security, 2017. Vol. 26, no. 2, p. 171-189. ISSN 1746-1545.
- [121] Fedutinov, D. *Gorizont and Schiebel to jointly produce Camcopter UAV*. Moscow: Jane's Defence Weekly. 2011. Posted 27.7.2011. [viitattu 15.1.2020]. Saatavissa: <https://janes.ihs.com/Janes/Display/jdw46695-jdw-2011>.

- [122] Schiebel Camcopter S-100. Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets. 2019. Posted 28.11.2019. [viitattu 15.1.2020]. Saatavissa: <https://janes.ihs.com/Janes/Display/juav9559-juav>.
- [123] BM-30 Smerch. Land Warfare Platforms: Artillery & Air Defence. 2019. Posted 29.11.2019. [viitattu 17.1.2020]. Saatavissa: https://janes.ihs.com/Janes/Display/jaa_0640-jaad.
- [124] 300 mm Smerch rockets. IHS Jane's: Weapons: Ammunition. 2019. Posted 13.11.2019. [viitattu 17.1.2020]. Saatavissa: https://janes.ihs.com/Janes/Display/JAH_1083-JAH_.
- [125] Majumbar, D. *Russia's Big 'Guns' are Firing a Very Different Type of 'Bullet' These Days*. The National Interest. 2017. Posted 1.3.2017. [viitattu 17.1.2020]. Saatavissa: <https://nationalinterest.org/blog/the-buzz/russias-big-guns-are-firing-very-different-type-bullet-these-19641>.
- [126] Peck, M. *Watch Out: Russia's "Kamikaze" Drones Are Cheap and Deadly*. National Interest. Posted 14.3.2020. [viitattu 31.3.2020]. Saatavissa: <https://nationalinterest.org/blog/buzz/watch-out-russias-kamikaze-drone-are-cheap-and-deadly-133187>.
- [127] Vranic, M. *Army 2019: Kalashnikov shows 'kamikaze' UAS for first time*. Kubinka: Jane's Defence Weekly. 2019. Posted 27.6.2019. [viitattu 16.1.2020]. Saatavissa: https://janes.ihs.com/Janes/Display/FG_2142336-JDW.
- [128] The Kalasnikov Concern completed tests of its ZALA Lantset UAV-kamikaze. [verkkojulkaisu]. Defence & Security. 2019. no 1413. Posted 8.7.2019. [viitattu 16.1.2020]. Saatavissa: <https://dlib.eastview.com/browse/doc/53913101>.
- [129] ZALA LANCET-1. [verkkosivu]. ZALA Aero Group. [viitattu 16.1.2020] Saatavissa: <https://zala-aero.com/en/production/bvs/zala-lancet-1/>.
- [130] Maavoimien OSINT-katsaus vko 10/2019, MP5777. Mikkeli: Maavoimien esikunta. 8.3.2019. (vain julkisia osia).
- [131] Kjellén, J. *Russian Electronic Warfare - The role of Electronic Warfare in the Russian Armed Forces*. Totalförsvarets forskningsinstitut, 2018. 107 s. ISSN 1650-1942.
- [132] Fiorenza, N. *Russia conducts first flight of Altius-U UAV*. London: Jane's Defence Weekly. 2019. Posted 20.8.2019. [viitattu 15.1.2020]. Saatavilla: https://janes.ihs.com/Janes/Display/FG_2357566-JDW.

- [133] A source reported the tests of the Altius UAV with a satellite. Defence & Security, 2020. no. 1546, Posted 21.1.2020. [viitattu 31.1.2020]. Saatavissa: <https://dlib.eastview.com/browse/doc/57015267>.
- [134] Novichkov, N. *Radar MMS details VTOL UAV effort*. Jane's International Defence Review, 2017. Posted 24.7.2017. [viitattu 20.1.2020]. Saatavissa: https://janes.ihs.com/Janes/Display/FG_592115-IDR.
- [135] Serial delivery of Forpost-R reconnaissance drone to begin in 2020. Interfax, 2019. Posted 24.8.2019. [viitattu 2.3.2020]. Saatavissa: <http://www.interfax.com/new-sinf.asp?id=922438>.
- [136] Eshel, T. *Russia Unveils New Mega-Drones at MAKS 2019*. Defense Update. Posted 28.8.2019. [viitattu 29.1.2020]. Saatavissa: https://defense-update.com/20190828_russia-unveils-new-mega-drones-at-maks-2019.html.
- [137] Atherton, K. *Russia's Carnivora is designed for a drone-eat-drone world*. C4ISRNET. 2018. Posted 13.12.2018. [viitattu 17.1.2020]. Saatavissa: <https://www.c4isrnet.com/unmanned/2018/12/14/russias-carnivora-is-designed-for-a-drone-eat-drone-world/>.
- [138] Maavoimien OSINT-katsaus vko 20/2019, MP11317. Mikkeli: Maavoimien esikunta. 16.5.2019. (vain julkisia osia).
- [139] Soper, K. *New UAVs completing Russian state testing*. Washington: Jane's Defence Weekly. 2018. Posted 15.3.2018. [viitattu 15.1.2020]. Saatavissa: https://janes.ihs.com/Janes/Display/FG_938497-JDW.
- [140] Defence Ministry Reported on the First Flight of the "Hunter" Heavy UAV. Defence & Security, 2019, No.1433. Saatavissa: <https://dlib.eastview.com/browse/doc/54171479>.
- [141] Vranic, M. & Novichkov N. *Russia unveils Okhotnik heavy UAV*. London: Jane's Defence Weekly, 2019. Posted 28.1.2019. [viitattu 8.8.2019]. Saatavissa: https://janes.ihs.com/Janes/Display/FG_1538112-JDW.
- [142] Sharapov, A. & Valchenko, S. *The Russian Orion Flew up to Syria*. [verkkojulkaisu] Defence & Security. 2019. no. 1355. Posted 9.8.2019. [viitattu 14.1.2020]. Saatavissa: <https://dlib.eastview.com/browse/doc/53182466>.
- [143] Ramm, A. & Stepova, B. Dron - v stroy: Orlan-30 naydet tseli dlya artillerii. Izvestia. Posted 2.10.2019. [viitattu 31.1.2020]. Saatavissa: iz.ru/925283.

- [144] Vranic, M. New details emerge on Russia's strategic mission UAVs. London: Jane's Defence Weekly. 2019. Posted 23.9.2019. [viitattu 15.1.2020]. Saatavissa: https://janes.ihs.com/Janes/Display/FG_2402479-JDW.
- [145] Kh-35UE. Rosoboronexport [verkkosivu]. [viitattu 31.3.2020]. Saatavissa: <http://roe.ru/eng/catalog/aerospace-systems/air-to-air-missile/kh-35ue/>.
- [146] Maavoimien OSINT-katsaus vko 8/2020, MQ4491. Mikkeli: Maavoimien esikunta. 21.2.2020. (vain julkisia osia).
- [147] Sukhankin, S. *Syrian Experience Provides New Impetus for Russia's UAV Strategy*. Eurasia Daily Monitor, 2019, Vol. 16, no. 19. Saatavissa: <https://jamestown.org/programs/edm/>.
- [148] Oprihory, J-L. *CNA's Bendett on Military-Capability Insights from Russia's 2018 Victory Day Parade*. Defence & Aerospace Report, 2018. [videohaastettelu]. Posted 29.5.2018. [viitattu 3.3.2020]. Saatavissa: <https://defaeroreport.com/2018/05/29/cnas-bendett-on-military-capability-insights-from-russias-2018-victory-day-parade/>.
- [149] Russia's attack drone prototype to start test flights this year - source, TASS, Posted 8.6.2018. [viitattu 8.8.2019]. Saatavissa: <https://tass.com/defense/1012351>.
- [150] First flight of Russia's heavy UAV Okhotnik planned for July-August, TASS, Posted 29.5.2019. [viitattu 8.8.2019]. Saatavissa: <https://tass.com/defense/1060553>.
- [151] Russian heavy strike drone Okhotnik makes first flight, TASS, Posted 3.8.2019. [viitattu 10.8.2019]. Saatavissa: <https://tass.com/defense/1071784>.
- [152] Maavoimien OSINT-katsaus vko 34/2019, MP18363. Mikkeli: Maavoimien esikunta. 27.8.2019. (vain julkisia osia).
- [153] Fiorenza, N. *Russia's Okhotnik UAV makes first flight with Su-57*. London: Jane's Defence Weekly. 2019. Posted 27.9.2019. [viitattu 17.1.2020]. Saatavissa: https://janes.ihs.com/Janes/Display/FG_2405718-JDW.
- [154] Withington, T. *Tomorrow's Dogfight*. Military Technology, 2020. Vol. 44, no. 2, p. 50–52. ISSN 0772-3226.
- [155] Russia's New Stealth Drone May Operate Together with Su-57 Jet, Defence World, 2019. Posted 26.8.2019. [viitattu 1.9.2019]. Saatavissa: https://www.defense-world.net/news/25350/Russia_s_New_Stealth_Drone_May_Operate_Together_with_Su_57_Jet.

- [156] Reim, G. *MAKS: Sukhoi shows intent to add stealthy exhaust on S-70 UAV*. Flight Global, 2019. Posted 27.8.2019. [viitattu 1.9.2019]. Saatavissa: <https://www.flightglobal.com/news/articles/maks-sukhoi-shows-intent-to-add-stealthy-exhaust-on-460500/>.
- [157] Russia's Okhotnik attack drone to become prototype of sixth generation fighter, TASS, Posted 20.7.2018, [viitattu 10.8.2019]. Saatavissa: <https://tass.com/defense/1014154>.
- [158] Deliveries of Okhotnik heavy strike drone to begin in 2025. Defence & Security, 2019. no. 1452, Posted 30.8.2019. [viitattu 3.3.2020]. Saatavissa: <https://dlib.eastview.com/browse/doc/54438746>.
- [159] Kretsul, R. & Ramm, A. *Small and attacking*. Defence & Security, 2019. no. 1464, Posted 17.9.2019. [viitattu 3.3.2020]. Saatavissa: <https://dlib.eastview.com/browse/doc/54697202>.
- [160] The Orion UAV has been Sent to Experimental Military Maintenance with the ASF. [verkkojulkaisu]. Defence & Security. 2019. no. 1498. Posted 5.11.2019. [viitattu 14.1.2020]. Saatavissa: <https://dlib.eastview.com/browse/doc/55874303>.
- [161] Axe, D. *Russia's Predator Drone Flew Strikes in Syria*. [verkkojulkaisu]. The National Interest. 2019. Posted 2.11.2019. [viitattu 14.1.2020]. Saatavissa: <https://nationalinterest.org/blog/buzz/russia%E2%80%99s-predator-drone-flew-strikes-syria-93366>.
- [162] Defence Ministry Board meeting. President of Russia. 2019. Posted 24.12.2019 [viitattu 20.1.2020]. Saatavissa: <http://en.kremlin.ru/events/president/news/62401>.
- [163] Karzonov, V. *Russia and Iran Cooperate on UAVs, UCAVs*. AIN Online. 2017. Posted 15.6.2017. [viitattu 21.1.2020]. Saatavissa: <https://www.ainonline.com/aviation-news/defense/2017-06-15/russia-and-iran-cooperate-uavs-ucavs>.
- [164] Kester, J. *Russian Drone Tech May Include Help From Iran*. Foreign Policy. 2017. Posted 5.10.2017. [viitattu 21.1.2020]. Saatavissa: <https://foreignpolicy.com/2017/10/05/russian-drone-tech-may-include-help-from-iran/>.
- [165] Mass Production of Orion UAV Started in Russia. [verkkojulkaisu]. Defence & Security. 2019. no. 1453. Posted 2.9.2019. [viitattu 14.1.2020]. Saatavissa: <https://dlib.eastview.com/browse/doc/54476441>.
- [166] Bozinovski, I. *Russian Orion UAV crashes during test flight*. Skopje: Jane's Defence Weekly. 2019. Posted 19.11.2019. [viitattu: 13.1.2020]. Saatavissa: https://janes.ihs.com/Janes/Display/FG_2437145-JDW.

- [167] Atherton, K. *Will Russia's nuclear-armed bombers in 2040 be drones?*. C4ISRNET, 2020. Posted 2.1.2020. [viitattu 22.1.2020]. Saatavissa: <https://www.c4isrnet.com/unmanned/2020/01/03/will-russias-nuclear-armed-bombers-in-2040-be-drones/>.
- [168] Ripley, T. *Russia to bring new Orlan UAV variant into service next year*. London: Jane's Defence Weekly, 2019. Posted 3.10.2019. [viitattu 1.4.2020]. Saatavissa: <https://www.janes.com/article/91678/russia-to-bring-new-orlan-uav-variant-into-service-next-year>.
- [169] Mikhailov, A. & Gorbunov, F. *Drones - to the service*. Defence & Security, 2019. no. 1476, Posted 3.10.2019. [viitattu 1.4.2020]. Saatavissa: <https://dlib.eastview.com/browse/doc/54992066>.
- [170] Putin: Leader in artificial intelligence will rule world. CNBC, 2017. Posted 4.9.2017. [viitattu 3.3.2020]. Saatavissa: <https://www.cnn.com/2017/09/04/putin-leader-in-artificial-intelligence-will-rule-world.html>.
- [171] Fishburne, S., Dumas, J., Stegmann, B. & Burds, J. *Field Manual 3-0: Doctrine Addressing Today's Fight*. Military Review. 2019. Vol. 99, no. 1, p. 6–13. ISSN 0026-4148.
- [172] Skotnikov, A. *Unmanned aerial armament systems*. Armaments and Military Technology. 2008, no. 14. [viitattu 20.1.2020]. Saatavissa: <https://dlib.eastview.com/browse/doc/13894605>.
- [173] Atherton, K. *What does 2019 hold for Russia's drones?*. C4ISRNET, 2018. Posted 26.12.2018. [viitattu 31.1.2020]. Saatavissa: <https://www.c4isrnet.com/newsletter/unmanned-systems/2018/12/26/what-does-2019-hold-for-russias-drones/>.
- [174] Chapter Five: Russia and Eurasia. *The Military Balance*. 2020. Vol. 120, no. 1, p. 166-219. ISSN 1479-9022.
- [175] Maavoimien OSINT-katsaus vko 19/2019, MP10772. Mikkeli: Maavoimien esikunta. 10.5.2019. (vain julkisia osia).
- [176] Andrew, R., Davis, L., Geist, E., Han, E., Massicot, D., Pavlock, C., Boston, S., Charap, S., Mackenzie, W., Migacheva, K., Johnston, T. & Long, A. *The Future of the Russian Military: Russia's Ground Combat Capabilities and Implications for U.S.-Russia Competition*. Santa Monica, CA: RAND Corporation, 2019. 118 s. ISBN 978-1-9774-0074-1.

- [177] Gao, C. *The Russian Military and Its Stealth Fighters Can't Fight If One Thing Doesn't Work*. The National Interest, 2019. Posted 21.2.2020. [viitattu 3.3.2020]. Saatavissa: <https://nationalinterest.org/blog/buzz/russian-military-and-its-stealth-fighters-cant-fight-if-one-thing-doesnt-work-126296>.
- [178] Russian drones may be fitted with light version of Su-57 communication system. Air Recognition, 2019. Posted 23.9.2019. [viitattu 3.3.2020]. Saatavissa: <http://www.airrecognition.com/index.php/news/defense-aviation-news/2019-news/september/5454-russian-drones-may-be-fitted-with-light-version-of-su-57-communication-system.html>.
- [179] Rikkinen, E. & Ilkka, J. *Näkemyksiä venäläisestä ilmaoperaatiotaidosta: Hävittäjä- ja monitoimikoneanalyysi*. Sotilasaikakauslehti. 2017. Vol. 92, no. 967. s. 16-21. ISSN 0038-1675.
- [180] Chaumette, S. *Collaboration Between Autonomous Drones and Swarming*. In: Namuduri, K., Chaumette, S., Kim, J. & Sterbenz, J. (eds.) UAV networks and communications. Cambridge University Press. 2017. pp. 177-193. ISBN 9781107115309.
- [181] Slijper, F. *Slippery Slope: The arms industry and increasingly autonomous weapons*. Neatherlands: PAX, 2019. 48 s. ISBN 978-94-92487-46-9.
- [182] O razvitii isskustvennogo intellekta v Rossijskoj Federatsii (tekoälyn kehittämisestä Venäjän federaatiossa). Ukaz prezidenta Rosijskoj Federatsii No 490. Posted 11.10.2019 [viitattu 26.2.2020]. Saatavissa: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201910110003?index=0>.
- [183] Konaev, M. *Thoughts on Russia's AI Strategy*. Georgetown University, Center of Security and Emerging Technology. 2019. Posted 30.10.2019. [viitattu 26.2.2020]. Saatavissa: <https://cset.georgetown.edu/2019/10/30/russias-ai-strategy/>.
- [184] Pod zashitoj "Peresveta". Rossijskaja gazeta, 2018. Posted 18.12.2018. [viitattu 26.2.2020]. Saatavissa: <https://rg.ru/2018/12/18/vladimir-putin-nazval-prioritety-dlia-vooruzhennyh-sil-rossii.html>.
- [185] Ramm, A. & Belokopytova, V. *Defence Ministry will teach unmanned aerial vehicles to detect targets precisely*. Defence & Security, 2017. no. 1027. Posted 24.3.2017. [viitattu 5.3.2020]. Saatavissa: <https://dlib.eastview.com/browse/doc/48498196>.

- [186] Progress ne ostanovit' : razrabotchik sistem upravleniya robotami - ob iskusstvennom intellekte i bespilotnykh apparatakh, Russia Today, 2020. Posted 21.3.2020. [viitattu 2.4.2020]. Saatavissa: <https://russian.rt.com/science/article/729861-razrabotchik-roboty-intervyu>.
- [187] Fediushko, D. *ZALA Aero pursues AI-driven detection system, containerised UAV assembly facility*. Moscow: Jane's International Defence Review. 2019. Posted 4.9.2019. [viitattu 16.1.2020]. Saatavissa: https://janes.ihs.com/Janes/Display/FG_2391302-IDR.
- [188] Zhang, J., Weng, J., Luo, W., Liu, J-N., Yang, A., Lin, J., Zhang, Z. & Li, H. *REMT: A Real-Time End-to-End Media Data Transmission Mechanism in UAV-Aided Network*. IEEE Network, 2018. Vol. 32, no. 5, p. 118–123. ISSN 1558-156X.
- [189] Ioanes, E. *Russia wants to arm its troops with small drones that drop bombs because ISIS did it*. Business Insider, 2019. Posted 16.7.2019. [viitattu 5.3.2020]. Saatavissa: <https://www.businessinsider.com/russia-announced-it-would-give-military-small-drones-with-bombs-2019-7?r=US&IR=T>.
- [190] Tucker, P. *Russian Troops Will Be Getting Tactical Bomb Drones*. Defence One, 2019. Posted 2.7.2019. [viitattu 5.3.2020]. Saatavissa: <https://www.defenseone.com/technology/2019/07/russian-troops-will-be-getting-tactical-bomb-drones/158179/>.
- [191] Sullivan, B. *Drone Pilots Are Buying Russian Software to Hack Their Way Past DJI's No Fly Zones*. Motherboard tech by Vice, 2017. Posted 21.6.2017. [viitattu 4.3.2020]. Saatavissa: https://www.vice.com/en_us/article/8x9jv4/drone-pilots-are-buying-russian-software-to-hack-their-way-past-djis-no-fly-zones.
- [192] Kosola, J. *Miehittämättömät ilma-alukset aseistautuvat*. Sotilasaikakauslehti. 2015. Vol. 90, No. 948. s. 68-70. ISSN 0038-1675.
- [193] Lainela, H. *Venäjän taistelulentokonetuotannon nykytila ja tulevaisuudennäkymät 2018-2027*. Pro gradu -tutkielma. Helsinki, 2018. Maanpuolustuskorkeakoulu, 78 s. STIV.
- [194] Binnie, J. *Russia announces Orion UAV sale to Middle East country*. London: Jane's Defence Weekly. 2018. Posted 21.8.2018. [viitattu 13.1.2020]. Saatavissa: https://janes.ihs.com/Janes/Display/FG_1008099-JDW.